



**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR**

**FACULTAD DE ARQUITECTURA DISEÑO Y ARTES**

**CARRERA DE DISEÑO**

**DISERTACIÓN PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE  
DISEÑADORA PROFESIONAL CON MENCIÓN EN  
DISEÑO DE PRODUCTOS**

***Diseño de equipamiento transitorio para estaciones de medición  
antropométrica in situ (adscrito al proyecto de investigación  
“Levantamiento de las dimensiones antropométricas de la  
población infantil ecuatoriana” DAPI-15)***

Nombre:

Muñoz Guzmán Karen Janina

Director:

D.I Esp. SO Urueña Tellez William Fredys

Quito, enero 2016

## Dedicatoria

*Quiero dedicar este trabajo de fin de carrera a mi padre Jaime Muñoz, que siempre será mi ángel guardián, gracias a sus valores inculcados en mi persona y a su buen ejemplo, he llegado a ser la persona de bien que soy, cumpliendo con responsabilidad todos mis objetivos planteados durante mi vida, aunque no ha estado presente en mi formación profesional, sé que él es quien me ha guiado para ir por el buen camino, te amo papito siempre estarás presente en mi corazón.*

## Agradecimientos

*Quiero agradecer infinitamente a mi madre y mejor amiga, quien es ejemplo de perseverancia, de madre cariñosa y siempre dedicada, gracias a ella he alcanzado mis metas en todos los aspectos de mi vida con su apoyo incondicional y siempre paciente conmigo, también quiero agradecer a mis hermanos que han sido un apoyo importante, siempre atentos y serviciales en todo momento, por eso mi querida familia es el pilar fundamental en mi vida y sé que siempre estarán a mi lado.*

# Índice general del trabajo

1. Tema.....	9
2. Resumen.....	9
3. Introducción .....	10
4. Justificación .....	12
5. Diagnóstico.....	14
6. Objetivos .....	15
7. Marco teórico.....	15
7.1. Diseño Industrial o de Productos .....	15
7.1.1. Sistema de referentes .....	17
7.2. Ergonomía .....	18
7.2.1. Enfoque sistémico de la ergonomía .....	20
7.2.2. Sistema ergonómico.....	20
7.2.3. Factores de adecuación ergonómica .....	23
7.3. Antropometría.....	23
7.3.1. Consideraciones antropométricas para los puestos de trabajo.....	24
7.4. Proxémica.....	27
7.4.1. La dinámica en el espacio.....	29
7.5. Levantamiento antropométrico .....	31
7.5.1. Datos de la organización .....	32
7.5.2. Las dimensiones antropométricas sugeridas para el Levantamiento de las Dimensiones Antropométricas de la población infantil ecuatoriana DAPI-15.....	32
7.5.3. Organización del proceso de medición .....	33
7.5.4. Posturas antropométricas.....	34
7.5.5. Coreografía de medición para DAPI-15.....	35
7.5.6. Área de intervención y transporte .....	36
8. Metodología .....	38
8.1. Definición estratégica.....	39
8.2. Diseño de concepto.....	39
8.3. Diseño de detalle.....	39
8.4. Ensayo y verificación .....	40
9. Síntesis de los contenidos de los capítulos .....	40
CAPÍTULO I Definición estratégica .....	42

1.1. Investigación .....	42
1.1.1. Antecedentes .....	42
1.1.2. La realidad de procesos de medición antropométrica.....	45
1.1.3. Estudio de la competencia “estado del arte” .....	49
1.1.4. Determinación de oportunidades de mejora.....	52
1.1.5. Características del usuario .....	52
1.1.6. Brief del cliente .....	54
1.1.7. Sistema ergonómico del equipamiento transitorio para estaciones de medición antropométrica .....	57
1.1.8. Factores de adecuación ergonómica .....	64
1.1.9. Lista de requisitos.....	66
CAPÍTULO II Diseño de concepto.....	70
2.1. Análisis de funciones positivas y negativas .....	70
2.2. Búsqueda de soluciones de concepto .....	71
2.3. Generación de ideas.....	72
2.4. Alternativas de concepto de diseño.....	72
2.4.1. Alternativa de concepto 1 .....	73
2.4.2. Alternativa de concepto 2 .....	75
2.4.3. Alternativa de concepto 3 .....	76
2.5. Evaluación de las alternativas de concepto .....	78
2.6. Descripción del concepto de diseño .....	79
2.7. Alternativas de diseño.....	80
2.8. Evaluación de alternativas de diseño .....	83
2.9. Alternativas de distribución .....	84
2.10. Evaluación de las alternativas de distribución .....	88
CAPÍTULO III Diseño de detalle .....	89
3.1. Propuesta de diseño.....	89
3.1.1. Planos técnicos y esquemas constructivos .....	96
3.1.2. Detalle .....	101
3.2. Materiales .....	102
Capítulo IV Ensayo y verificación de la propuesta de diseño .....	106
4.1. Fabricación del prototipo .....	106
4.2. Protocolo de comprobación.....	107
CAPITULO V Presentación de la propuesta final. ....	113
5.1. Propuesta de diseño final.....	113

5.1.1. Planos técnicos y esquemas constructivos .....	118
5.1.2. Planos de corte y doblado .....	129
5.1.3. Detalles.....	135
5.2. Presentación.....	141
5.3. Secuencia de uso .....	142
5.4. Áreas de medición .....	151
5.5. Prototipo Final.....	155
5.6. Procesos de producción .....	160
5.6.1. Proceso de producción del equipamiento transitorio para estaciones de medición antropométrica .....	160
5.6.2. Proceso de producción en la estación de medición antropométrica .....	162
5.7. Costos del proyecto.....	165
Conclusiones .....	166
Recomendaciones .....	167
Bibliografía .....	169
Anexos .....	171
Anexo 1 Cuestionario para la determinación de oportunidades de mejora (aplicación del modelo de Kano .....	171
Anexo 2 Gráficos de apoyo para la estación de medición .....	180

## Índice de tablas

Tabla 1 Tipos de ergonomía .....	21
Tabla 2 Rutina de medición DAPI-15 .....	35
Tabla 3 Metodología IBV Definición estratégica .....	39
Tabla 4 Metodología IBV Diseño de concepto .....	39
Tabla 5 Metodología IBV Diseño de detalle .....	39
Tabla 6 Metodología IBV Ensayo y verificación.....	40
Tabla 7 Estado del arte.....	49
Tabla 8 Estado del arte.....	50
Tabla 9 Estado del arte.....	51
Tabla 10 Oportunidades de mejora .....	52
Tabla 11 Características del usuario.....	53
Tabla 12 Características del usuario.....	53
Tabla 13 Análisis de interfaces en el SE del equipamiento .....	58
Tabla 14 Análisis de interfaces en el SE de la estación de medición .....	63
Tabla 15 Factores de adecuación ergonómica .....	65

Tabla 16 Requisitos .....	66
Tabla 17 Puntuación de alternativas de concepto .....	79
Tabla 18 Resultados alternativas de concepto .....	79
Tabla 19 Puntuación alternativas de diseño .....	84
Tabla 20 Tabla de resultado SAATY alternativas de diseño .....	84
Tabla 21 Resultado SAATY .....	88
Tabla 22 Materiales a utilizar .....	105
Tabla 23 Resultados Validación .....	112
Tabla 24 Proceso de producción .....	163
Tabla 25 Tabla de costos .....	165
Tabla 26 Tabla de resultados de la encuesta .....	178

## Índice de ilustraciones

Ilustración 1 Sistema de referentes, (Franky, 2012) .....	17
Ilustración 2 Diagrama sistema ergonómico (García, 2002) .....	21
Ilustración 3 Sistema ergonómico tipo 6 (García, 2002) .....	22
Ilustración 4 Posiciones para mediciones antropométricas, basado en TFC Estefanía Salazar 2014, dirigido por Dis. Paola Banderas .....	25
Ilustración 5 Basado en Ergonomía 3 Diseño de puestos de trabajo (1998) .....	25
Ilustración 6 Posición del evaluador en relación con la toma de medidas en posición sedente .....	26
Ilustración 7 Movimientos de la cabeza, basada en Panero, J. 1996 .....	26
Ilustración 8 Ergonomía 3 Diseño de puestos de trabajo (1998) .....	27
Ilustración 9 Basado en Panero, J. (1996) .....	30
Ilustración 10 Proxémica en la estación de medición .....	31
Ilustración 11 Esquema del proceso .....	33
Ilustración 12 Mapa del área de intervención para DAPI-15 realizada por Diego Egas Varea. ....	37
Ilustración 13 SE Equipamiento transitorio para estaciones de medición antropométrica .....	58
Ilustración 14 SE general en la estación de medición .....	60
Ilustración 15 SE del grupo 1 .....	61
Ilustración 16 SE del grupo 2 .....	62
Ilustración 17 SE del grupo 3 .....	63
Ilustración 18 Esquema de funciones positivas y negativas .....	70
Ilustración 20 Generación de ideas .....	72
Ilustración 19 Análisis de materiales, basado en Christopher Jones .....	73
Ilustración 22 Boceto 1 .....	85
Ilustración 23 Boceto 2 .....	86
Ilustración 24 Boceto 3 .....	87
Ilustración 25 Propuesta de diseño .....	89
Ilustración 26 Proceso de armado .....	90
Ilustración 27 Proceso de armado .....	91
Ilustración 28 Proceso de armado .....	92
Ilustración 29 Proceso de armado .....	93
Ilustración 30 Proceso de armado .....	94
Ilustración 31 Simulación .....	95

Ilustración 32 Magazine Basic created by c.bavota .....	103
Ilustración 33 Magazine Basic created by c.bavota .....	104
Ilustración 34 Magazine Basic created by c.bavota .....	104
Ilustración 35 Magazine Basic created by c.bavota .....	104
Ilustración 36 Tipos de acanalado .....	104
Ilustración 37 Modelo de estudio propuesta final .....	114
Ilustración 38 Proceso de armado modelo de estudio 2 .....	114
Ilustración 39 Proceso de armado modelo de estudio 2 .....	115
Ilustración 40 Proceso de armado modelo de estudio 2 .....	116
Ilustración 41 Proceso de armado modelo de estudio 2 .....	117
Ilustración 42 Prototipo 2 .....	135
Ilustración 43 Prototipo 2 .....	136
Ilustración 44 Prototipo 2 .....	137
Ilustración 45 Prototipo 2 .....	138
Ilustración 46 Prototipo 2 .....	139
Ilustración 47 Simulación 2 .....	140
Ilustración 48 Proceso de fabricación .....	161
Ilustración 49 Proceso de fabricación .....	162
Ilustración 50 Gráficos realizados por Rafael Almeida .....	180
Ilustración 51 Gráficos realizado por Rafael Almeida .....	181
Ilustración 52 Gráficos realizados por Rafael Almeida .....	182
Ilustración 53 Gráficos realizados por Rafael Almeida .....	183



## 1. Tema

**Diseño de equipamiento transitorio para estaciones de medición antropométricas in situ** (adscrito al proyecto de investigación “Levantamiento de las dimensiones antropométricas de la población infantil ecuatoriana” DAPI-15)

## 2. Resumen

El presente proyecto surge de la necesidad de apoyar al proyecto de investigación y a su equipo de evaluadores de DAPI-15 quienes se encargan del proceso de medición, mediante la creación de un equipamiento transitorio que permita montar un área de medición en el menor tiempo posible, donde se dividan los diferentes puestos de trabajo según un orden coherente y en concordancia con las medidas a ejecutar, tomando en cuenta la ubicación del equipo de antropometría, los niños y el equipo de evaluadores, formando así la estación de medición antropométrica, que a su vez dicho equipamiento de apoyo está pensado para su envío como paquete a cualquier parte del país con el fin de aliviar la carga de transporte de un lugar a otro al equipo de evaluadores.

Mediante el estudio y la investigación de procedimientos y técnicas de medición antropométrica aplicadas en diferentes pesquisas extranjeras y con la participación en la capacitación de la toma de medidas dictado por el Klg. Héctor Castellucci el 30 y 31 de julio del 2014 posteriormente con la colaboración en los talleres impartidos por ISAK<sup>1</sup> y con la certificación en valoración antropométrica nivel 1 que se obtuvo, se diseñó un equipamiento transitorio para estaciones de medición para el proyecto de investigación “Levantamiento de las dimensiones antropométricas de la población infantil ecuatoriana” DAPI-15 aprobado por la Facultad de Arquitectura, Diseño y Arte y por la Dirección de Investigación de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador, realizado para los niños ecuatorianos de entre 5 a 18 años de edad.

Para lograr llevar a cabo el equipamiento de apoyo transitorio para el antes mencionado proyecto, se ha requerido que sea de un material prescindible que una vez terminado su uso se puede reciclar o reutilizar con el fin de no necesitar un transporte de regreso, ahorrando así gastos de envío y lo más importante tiempo de desmontaje.

---

<sup>1</sup> Sociedad Internacional para el Avance de la Cineantropometría

Para el desarrollo de dicho proyecto y en complemento con la investigación antes mencionada se ha aplicado el Diseño centrado en el usuario basándose en “Nuevas técnicas para el desarrollo de productos innovadores orientados al usuario” del Instituto de Biomecánica de Valencia, se ha pasado por cada una de sus etapas que son definición estratégica, diseño de concepto, diseño de detalle y ensayo y verificación. Se realizaron varios modelos de estudio para probar la estructura, resistencia, grafado, cortes, armados, empaque y usabilidad de dicho equipamiento transitorio, con el material establecido que es el cartón corrugado, además se realizó varias pruebas de usabilidad con el primer prototipo durante el periodo de capacitación para DAPI-15 con el fin de comprobar que se cumplan las especificaciones, de tal manera que se pudo visualizar errores y elementos sobrantes que permitió así mejorar el producto final.

En conclusión, el diseño del equipamiento transitorio para estaciones de medición antropométrica se forma por dos módulos creando así cuatro áreas para el ejercicio de medición, el cual cuenta con dos mesas instrumentales conjuntas en cada módulo, elementos para pisar descalzo y escritorios para los anotadores, cada elemento que forma la estación está pensado de tal manera que se pueda armar en el menor tiempo posible, y que a la vez facilite su empaque y transportación.

### 3. Introducción

El presente trabajo de fin de carrera se desenvuelve en área de factores humanos, adscrito a proyectos de investigación docente siendo parte del proyecto de investigación “Levantamiento de las dimensiones antropométricas de la población infantil ecuatoriana” DAPI-15 que tiene como objetivo general, recolectar los datos antropométricos de la población infantil del Ecuador, y una de sus metas en el ámbito tecnológico es el diseño y desarrollo de estaciones de medición portátiles, que para llevar a cabo este cometido se ha realizado investigación en diferentes áreas como, en ergonomía acerca de la relación e interfaces del hombre es su entorno de trabajo, es decir del sistema ergonómico que comprende el intercambio mutuo de los tres elementos que son el espacio físico como el lugar donde se desenvuelve la acción, el ser humano y el objeto o máquina, de la estación de medición antropométrica, se complementó con un análisis para el diseño de puestos de trabajo, esto comprende la acción que se va a realizar en la estación de medición, los intervalos de tiempo de cada acción, las cargas mentales, los movimientos articulatorios del cuerpo humano necesarios para cumplir la tarea de medición antropométrica, los límites personales, entre otros.

En antropometría, se indagó acerca del equipo de investigación y las tareas que deben cumplir cada uno de sus integrantes que son, un evaluador, que se encarga de medir al sujeto, un auxiliar

que está atento a la posición de las herramientas, su correcta ubicación en el proceso, de las correctas posturas corporales y de repetir el valor de cada medida dictada por el evaluador, un anotador, que se encarga de registrar los datos obtenidos en el proceso de medición, también se manifestó las técnicas y necesidades en los procesos de medición antropométrica, aplicadas en diferentes pesquisas extranjeras como ACOPLA 95<sup>2</sup>, como uno de los principales referentes en este proyecto, todo esto bajo la metodología de diseño centrado en el usuario.

Con la información recopilada y con la guía de “Nuevas técnicas para el desarrollo de productos innovadores orientados al usuario” del Instituto de Biomecánica de Valencia, que consta de cinco fases para el desarrollo de productos orientados al ser humano que son:

Fase 1.- Definición estratégica, donde se estableció el perfil de usuario en este caso del perfil del grupo de evaluadores, las necesidades que se va a cubrir con el equipamiento transitorio, es decir se ha definido lo que se va a hacer, como resultado de esta fase se formuló el listado de requisitos.

Fase 2.- Diseño de concepto, establece la dirección del diseño, sus características y prestaciones con la información recopilada en la fase anterior, de manera que sean datos directamente aplicables, generando conceptos del producto. Con esto se dio inicio al proceso de desarrollo de diseño, generando ideas y plasmándolas en varios modelos de estudio, pasando a realizar modelos a diferentes escalas para analizar de mejor manera y con más detalles la estructura, resistencia, grafado, cortes, armados, empaque y usabilidad de cada elemento que conforma dicho equipamiento transitorio.

Fase 3.- Diseño de detalle, donde se determina las especificaciones técnicas de construcción del equipamiento transitorio, sus cortes, grafado, incluyendo planos generales, planos de corte, el tipo de cartón corrugado para las diferentes piezas y el tipo de impresión gráfica.

Fase 4.- Ensayo y verificación, cabe recalcar que se construyó dos prototipo el primero para realizar pruebas con el usuario durante el periodo de capacitación de DAPI-15, con el fin de probar el cumplimiento de las especificaciones establecidas en las fases anteriores, y el segundo tomando en cuenta y corrigiendo los errores detectados en el anterior prototipo con el fin de mejorar el producto final.

Fase 5.- Producción y comercialización, hay que aclarar que esta fase no se desarrolla en la academia, por la razón que corresponde al proyecto de investigación DAPI-15 como usuario directo.

---

<sup>2</sup> Parámetros antropométricos de la población laboral colombiana 1995

Con este proceso, se diseñó el equipamiento transitorio para estaciones de medición antropométrica que consta de cuatro áreas para el ejercicio de medición formado por dos módulos con un sistema para dividir las áreas, una mesa instrumental conjunta en cada módulo que a su vez sirve como un sistema de unión de las áreas, elementos para pisar descalzo, un escritorio para el anotador (véase ilustración 49), cada elemento que forma la estación está diseñado para que se pueda armar en el menor tiempo posible y facilite su empaque, y transportación a cualquier ciudad del país.

Con el diseño del equipamiento transitorio para estaciones de medición antropométrica se busca aportar a la investigación de DAPI-15 con el fin de aliviar la carga de transportar la estación al grupo de investigación, de agilizar el montaje de la estación en el menor tiempo posible y dar inicio el proceso de manera inmediata, se busca también organizar la estación y los puestos de trabajo de modo que siga una coreografía de medición coherente acorde con las medidas que se van a tomar y a la vez disminuir los costos de transporte de retorno ya que su material es prescindible.

Además uno de los objetivos de DAPI-15 es dar inicio a la creación del laboratorio de ergonomía y factores humanos en la PUCE mediante la implementación de la estación, puede servir de estudio para mejorar y diseñar una estación de medición estable con materiales duraderos capaz de fortalecer los conocimientos adquiridos en las aulas por medio de la práctica, aportando así a futuras generaciones de estudiantes de diseño.

#### 4. Justificación

Es fundamental la investigación en el área de factores humanos en el país ya que hasta la actualidad no se ha logrado establecer tablas antropométricas de la población ecuatoriana, y que mejor manera de dar comienzo con la población infantil y mediante la inserción del diseño industrial o de productos, en la investigación se buscarán soluciones más viables.

Una vez formada bajo los principios de la Pedagogía Ignaciana que promueve el desarrollo de soluciones técnicas, interdisciplinarias, y sostenibles para el desarrollo social y con los conocimientos profesionales adquiridos como diseñadora industrial o de productos, se puede contribuir en dar solución a esta necesidad.

Basándonos en la propuesta de investigación “Levantamiento de dimensiones antropométricas de la población infantil ecuatoriana” DAPI-15

En Ecuador no se han realizado levantamientos antropométricos de la población infantil para su aplicación en medicina, nutrición, ingeniería, configuración, testeo y evaluaciones de productos de uso, lo que ha generado una serie de prácticas que no contemplan las dimensiones de niños y niñas en el diseño de equipamiento, espacios, mobiliario etc. (Urueña William, 2014, p.3)

El proyecto de investigación requiere de equipamiento tanto para el personal encargado de medir como para las personas que van a ser medidas en las estaciones de medición antropométrica, que se utilizará con niños del Ecuador.

Analizando la investigación de “Parámetros antropométricos de la población colombiana” ACOPLA (1995), donde menciona “En cada una de las localidades seleccionadas para el estudio se dispuso un salón en la respectiva empresa, donde se ubicaron y acondicionaron los diferentes puestos de trabajo” (p.46) tomando esto como referencia, la estación de medición antropométrica se ubicará en un salón de 30 m<sup>2</sup> aproximadamente, donde se requerirá equipamiento para los puestos de trabajo “las personas no somos objetos ni nuestro entorno es una caja donde debemos estar envasados. Hay exigencias que es imprescindible considerar antes de tomar decisiones sobre las relaciones que vinculan las distintas dimensiones del cuerpo humano con las de nuestro entorno, con el fin de lograr una correcta compatibilidad” p.40, de tal manera que la estación de medición deberá estar compuesto por un sistema para dividir las áreas de medición y elementos complementarios como escritorio para el anotador.

Es importante aclarar que al adquirir mobiliario para las estaciones se requiere de mayor presupuesto y aumenta la dificultad de su traslado a las distintas localidades, es por esto que se ha pensado en un kit conformado por el equipo de apoyo que sea armable, prescindible y que se envíe por encomienda para que se pueda ubicar con rapidez tomando en cuenta los puestos de trabajo, para así optimizar el tiempo e iniciar el proceso de medición en la estación.

En conclusión con este análisis en Ecuador no se han realizado estudios antropométricos en niños, por tal razón para la presente investigación (DAPI-15) se requiere de desplazamiento de personal, equipamiento y equipos a los lugares donde residen los niños es decir a diferentes ciudades del país, por tal razón es importante desarrollar un mobiliario temporal para las tareas de medición con el fin de ordenar y separar la estación para mayor privacidad y confort de los niños a medir, para cumplir con esto es importante la inserción del diseño industrial, ya que un profesional de diseño es responsable de crear productos que interactúen con el usuario, lo entiendan, lo acepten culturalmente tomando en cuenta el sistema de referentes, que a su vez aportará, como factor de competitividad y desarrollo para solucionar necesidades de la sociedad con sostenibilidad ambiental, desde la visión humanística en el desarrollo de la cultura material.

## 5. Diagnóstico

El transportar los delicados equipos de medición antropométrica a cargo del grupo de evaluadores de DAPI-15 ya es una carga bastante incómoda, sin mencionar la carga mental de no descuidar los equipos ya que pueden ser extraviados durante las horas de viaje que deben transcurrir hasta llegar a su destino, por tal razón resultaría de mayor carga el transportar también el equipamiento de apoyo.

Dentro del proyecto "Levantamiento de las dimensiones antropométricas de la población infantil ecuatoriana" DAPI-15 el inconveniente principal es que el grupo de evaluadores debe ser desplazado a las diferentes ciudades del país llevando consigo los equipos de medición antropométrica que resultan ser bastante delicados, por tal razón se debe poner como prioridad el cuidado y la correcta manipulación de los mismos, sin dar lugar a llevar como extra el equipamiento de apoyo para las estaciones de medición antropométrica, además existe limitado equipo de apoyo para el proceso de medición, de manera que los equipos corren el riesgo de caer y dañarse si no están sobre una superficie apta, afectando así la calidad de la medición ya que los equipos son precisos y se pueden alterar con facilidad, existe interés por parte del gobierno, pero es escaso el personal adecuado para ejecutar investigaciones en el área de factores humanos dentro del país y por tal no se ha implementado laboratorios de ergonomía con los equipos necesarios, es por eso que los pocos puestos de trabajo existentes dentro del país para un proceso de medición antropométrica infantil no son aptos, existen varios procesos para la toma de medidas a niños y niñas, pero de manera particular es decir en establecimientos de salud o nutrición, para mantener el control del estado de salud del infante, sin embargo para este proceso solo se emplea un consultorio médico sin ninguna adecuación especial y siempre con la ayuda la madre del niño como se puede observar en (Bolivia 2007) Video sobre Capacitación en Antropometría.

Generando así varios efectos desfavorables tales como la adquisición de mobiliario como divisores para oficinas, divisores de ambientes, entre otros, implica mayor esfuerzo al momento de montar la estación de medición antropométrica, retrasando así el proceso de medición y generando mayor inconveniente para su transporte de un lugar a otro, y de igual manera alterando la rutina en los puestos de trabajo por la razón que un mobiliario para oficina no está pensado para la tarea de medición antropométrica, incomodando tanto al personal encargado de medir como a los niños y a la vez incrementando el margen de error en los resultados de cada medida.

## 6. Objetivos

General.

Desarrollar un equipamiento prescindible para levantamientos antropométricos itinerantes como apoyo al proyecto DAPI-15

Específicos.

- Facilitar y ordenar el proceso del levantamiento antropométrico de la población infantil ecuatoriana
- Colaborar en el desarrollo de proyectos de investigación docente con desarrollo de productos y a la vez realizar trabajo multidisciplinario con varias ramas del conocimiento.
- Desarrollar un juego de equipamiento para facilitar, asegurar y ordenar el proceso de medición y registro de datos además de reforzar datos técnicos importantes en la toma de medidas y la comunicación del proyecto.

## 7. Marco teórico

Los conceptos que aquí se exponen son el sustento teórico de la disertación y se deben entender como el cuerpo de conocimiento que sustenta al presente trabajo de fin de carrera con los temas que se exponen a continuación.

### 7.1. Diseño Industrial o de Productos

Para una breve introducción a lo que es el diseño industrial se ha recurrido a varias fuentes de información, desde sociedades internacionales hasta profesionales del diseño y a su vez haciendo una breve explicación histórica de su consolidación, de esta manera se puede dar paso a su definición.

El ICSID (Internacional Council of Societies of Industrial Design) apoya la definición de Tomas Maldonado donde menciona.

“El Diseño Industrial es una actividad proyectual que consiste en determinar las propiedades formales de los objetos producidos industrialmente. Por propiedades formales no hay que entender tan sólo las características exteriores, sino, sobre todo, las relaciones funcionales y estructurales que hacen que un objeto tenga una unidad coherente desde un punto de vista tanto del productor como del usuario, puesto que, mientras la preocupación exclusiva por los rasgos exteriores de un objeto determinado conlleva el deseo de hacerlo aparecer más atractivo o también disimular sus debilidades constitutivas, las propiedades

formales de un objeto son siempre el resultado de la integración de factores diversos, tanto si son de tipo funcional, cultural, tecnológico o económico.”

Jaime Franky trata en su libro “El Acto de Diseñar entre otras Quijotadas” la conceptualización del diseño, la responsabilidad social, su relación con otras profesiones y de los problemas que enfrentan los diseñadores al ejercer, por tal razón el Diseño Industrial no es reconocido como factor de desarrollo en algunos países latinoamericanos.

Muchos piensan que el diseño es un ejercicio que cualquier ser humano puede emplear como menciona Tudela (1985) ya que nuestros ancestros pudieron crear sus propios utensilios de caza y recolección, se puede tener la idea que el ejercicio del diseñador industrial es muy antiguo y una de las actividades más nobles (como se cita en Franky, 2015, p.28). Pero el diseño industrial es una profesión joven, tiene aproximadamente un siglo de existencia, y de igual manera la sociedad desconoce el que hacer del diseñador.

El diseño industrial se consolida cuando el ser humano tuvo la capacidad de plasmar lo que estaba en su mente a la realidad con diferentes medios de representación, pasando por los procesos de producción industrial, es decir que sin la industria, no hubiera surgido como tal, Acha (1991) advierte que se estableció en Occidente cuando se notó que la estética es una fuente primordial para los productos industriales dando así lugar a profesionales especialistas en estética sobre el producto (como se cita en Franky, 2015, p.29) por la razón que no existe diseño industrial sin la materialización del producto, el Diseño Industrial está más ligado hacia la economía que a las artes o arquitectura por ser de gran valor para el éxito de una empresa por su innovación.

Acerca del producto Jaime Franky señala que no existe una práctica sin teoría es decir todos los productos industriales tienen como base una investigación, caso contrario se estaría poniendo en duda su factibilidad. El diseñador determina una acción y un producto, no existe el diseño si no se soluciona un problema por lo cual el producto no es el objeto de diseño, sino es un mediador por el cual se solucionan problemas (2015, p.34)

El diseño no solo comunica y soluciona problemas sino, también influyen en la sensibilidad emocional de las personas mediante la estética industrial, por lo que no existiera diseño sin la aproximación sensible. El diseño se ocupa de la estética en los productos para que sean amigables con el medio ambiente (sostenibilidad ambiental y cultural) y de la interacción con el usuario (ser humano), como miembro importante en el sentido humanamente posible ya que se ocupa de la calidad de vida, de su entorno (recursos) y de la sensibilidad humana (la estética como dominio del diseño industrial) teniendo como disciplina la configuración.



Como se puede observar tanto dentro de la definición de Tomas Maldonado como en lo que plantea Jaime Franky, se toma en cuenta al ser humano como razón de ser del diseño, en su entorno, para el desarrollo de productos con responsabilidad social, mediante la estética que es el dominio del diseño donde se involucra con las emociones y lo sensible, dando lugar así al sistema de referentes del Diseño Industrial

#### 7.1.1. Sistema de referentes

Como menciona Jaime Franky (2015), una idea sola no se puede reforzar sin un conjunto que la integre, y para que el diseño industrial se pueda unificar se debe nutrir de los referentes que hacen parte del proyecto de diseño, se aporta al núcleo que es la pre figuración sensible es decir el producto como campo y rodeado de sus nutrientes que son los compromisos del diseñador industrial como el ser humano donde abarca conocimientos sobre ergonomía y sus diferentes tipos (física, cognitiva, organizacional), antropometría, proxémica, es decir los factores humanos, la cultura y el ambiente, cada uno aportando al núcleo para dar lugar a un producto de diseño.

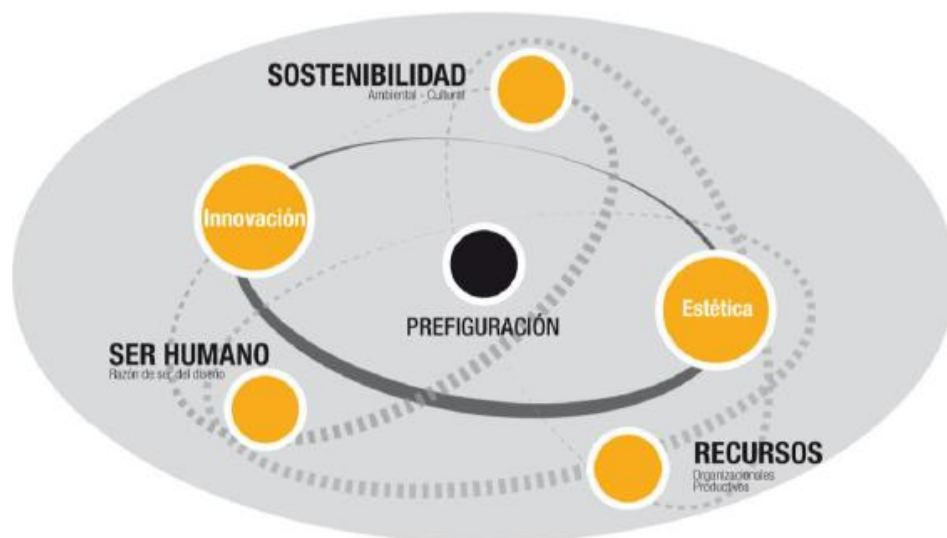


Ilustración 1 Sistema de referentes, (Franky, 2012)

**Ser humano:** Razón de ser del diseño, la relación del ser humano con el entorno, donde se aplica conocimiento de factores humano que comprende la ergonomía, antropometría en sus diferentes ámbitos.

**Recursos:** Es el territorio donde se desarrolla la práctica, se concreta mediante los recursos materiales, tecnológicos, es decir los recursos organizacionales y productivos.

**Sostenibilidad:** Compromisos con el medio ambiente y la cultura.

Innovación y estética: Como dominio del diseño industrial y como agentes de competencia y desarrollo económico.

El diseño forma parte de la transformación humana, se origina con el ser humano en su entorno, con el fin de satisfacer sus necesidades mediante bienes, servicios o productos, siendo así un conductor a la cultura material. Sin dejar de lado su compromiso con el medio ambiente, desde que la humanidad ha tomado conciencia, de tal manera que el diseño también es un agente generador de cultura, se asocia con la innovación y el desarrollo económico y su oficio se orienta al desarrollo evolutivo respetando al entorno y en especial al ser humano tomando en cuenta los factores humanos como es la ergonomía, la antropometría, entre otros y en la organización industrial que es el territorio donde se desenvuelve su práctica.

## 7.2. Ergonomía

La ergonomía aplicada al diseño de productos facilita y determina la función que dicho objeto debe cumplir, ya que al crear un producto pensado en una actividad humana debe tomar en cuenta los factores ergonómicos de la población a la que se dirige no solo como factor de mercadeo sino también como condición para que aquel producto tenga éxito por sus atributos estéticos y también velando por la comodidad del usuario.

La ergonomía como parte del ser humano en el sistema de referentes del diseño industrial, antes de que se consolide como disciplina, en Europa aparece la medicina ocupacional, tras realizar varios estudios sobre problemas laborales de posturas corporales inapropiadas en diferentes posiciones y movimientos, siendo así la medicina ocupacional un pilar fundamental para dar inicio a la ergonomía.

El avance tecnológico y la revolución industrial fueron un detonante para que surja el interés para el estudio del ser humano y sus condiciones de trabajo, para esto se realizaron estudios de tiempo y movimientos en los lugares de trabajo, para el diseño de estaciones y de equipos para ser manipulados, durante la Primera Guerra Mundial se evidencia la necesidad de la producción masiva por tanto del incremento de las horas de trabajo, aumentando así los accidentes laborales, por tal razón se establece un instituto de ergología con el fin de establecer una disciplina encargada del trabajo.

No todos los países concordaban con la idea de la disciplina para el trabajo y se inclinaron únicamente en el enfoque fisiológico y psicológico para clasificar a los individuos aptos para

realizar un trabajo específico, esta clasificación dio una errónea idea de considerar al hombre culpable de los errores resultantes y no a la máquina, fue ahí y durante la Segunda Guerra Mundial donde se notó que el hombre tiene problemas de manejo y aprendizaje de los aparatos utilizados para fines militares puesto que no se ha tomado en cuenta la capacidad psíquica y fisiológica del hombre para el diseño de dichos aparatos.

Con esta breve explicación histórica se puede dar paso a la definición de la ergonomía, según Saravia (2006) también vale la pena resaltar que en la definición avalada internacionalmente, la ergonomía se constituye como una disciplina científica de orientación sistémica, que extiende sus alcances a través de todos los aspectos de la actividad humana y que está íntimamente ligada con los procesos de diseño (p.32)

Clasificación de la ergonomía establecida por la IEA (International Ergonomics Association).

Los ergónomos deben tener una comprensión amplia del total alcance de la disciplina. De tal manera, la ergonomía promueve un acercamiento holístico donde consideraciones físicas, cognitivas, sociales, organizacionales, ambientales y otros factores relevantes son tenidos en cuenta. Los ergónomos trabajan frecuentemente en sectores económicos o dominios de aplicación. Los dominios de aplicación no son mutuamente excluyentes y evolucionan constantemente; se crean nuevos dominios y los antiguos toman nuevas perspectivas. Dentro de la disciplina existente dominios de la especialización que representan competencias más profundas en atributos humanos específicos o características de interacción humana. De manera general, los “dominios de especialización” dentro de la disciplina son los siguientes:

- La ergonomía física: se refiere a las características anatómicas, antropométricas, fisiológicas y biomecánicas humanas en relación con la actividad física (Tópicos relevantes incluyen posturas de trabajo, manejo de materiales, movimientos repetitivos, desórdenes músculo-esqueléticos relacionados con la actividad, distribución del lugar de trabajo, seguridad y salud)
- La ergonomía cognitiva: se refiere a los procesos mentales como percepción, memoria, razonamiento y respuestas motoras, mientras afectan interacciones entre los seres humanos y otros elementos de un sistema. (Tópicos relevantes incluyen cargas mentales, toma de decisiones, desempeño calificado, interacción hombre PC, estrés generado por el trabajo y entrenamiento, mientras estos se relacionan con el diseño de sistemas humanos)
- La ergonomía organizacional: se preocupa por la optimización de sistemas socio-técnicos incluyendo sus estructuras organizacionales, las políticas y los procesos. (Tópicos relevantes incluyen comunicaciones, gestión del recurso humano, diseño del trabajo, diseño de tiempos de trabajo, trabajo en equipo, diseño participativo, trabajo comunitario,

nuevos paradigmas del trabajo, organizaciones virtuales, tele-trabajo, y gestión de calidad).  
(IEA, como se citó en Saravia, 2006)

Como podemos observar la ergonomía tiene un amplio campo donde se desenvuelve, toman en cuenta cada componente dentro de un sistema para que exista una lógica interacción, por medio de los movimientos del cuerpo y sus características para desempeñar una tarea, la manera en que el sistema influye en el hombre para una respuesta sensorial ante una actividad, y la organización de dicho sistema para lograr cumplir una tarea específica y poner en función cada componente, como lo menciona García (2002) es posible indicar que la ergonomía persigue dos fines fundamentales:

- Reducir y controlar riesgos (accidentes y enfermedades laborales) y reducir la fatiga y la carga de trabajo (física y psíquica)
- Mejorar la productividad, aumentar la rentabilidad financiera y reducir los costos laborales por ausentismo, rotación, conflictos, desinterés o desmotivación (p.103)

Dicho esto podemos dar paso a un enfoque directo, con el fin de inmiscuirnos en la aplicación de la ergonomía y para esto es preciso tomar en cuenta los elementos necesarios para establecer un sistema ergonómico, detallado a continuación.

#### 7.2.1. Enfoque sistémico de la ergonomía

Se entiende que un sistema es un conjunto de elementos que interactúan entre sí para llegar a un objetivo común, para que haya un objeto de estudio en ergonomía, debe existir un sistema de relación entre el ser humano, el objeto o máquina y el espacio físico, para tomar en cuenta de manera equilibrada cada elemento al momento de analizar su relación e interacción

#### 7.2.2. Sistema ergonómico

La Ergonomía desde la visión sistémica de Gabriel García Acosta, indica que para que haya un sistema ergonómico deben actuar tres componentes, ser humano, espacio físico y objeto/máquina, explica los diferentes niveles de interacción, como del objeto/máquina al espacio físico, del objeto/máquina al ser humano, del espacio físico al objeto/máquina, del espacio físico al ser humano, del ser humano al objeto/máquina, del ser humano al espacio físico, que interactúan dentro de la interfaz que es el campo donde se establecen las relaciones directas entre los elementos de un sistema ergonómico, se lo puede reconocer a través de los sentidos.

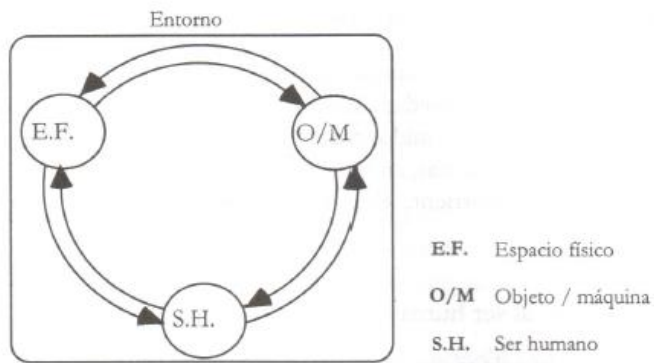


Ilustración 2 Diagrama sistema ergonómico (García, 2002)

Existen ocho tipos de sistema ergonómico

Tabla 1 Tipos de ergonomía

Tipo de sistema	Ser humano	Objeto o máquina	Espacio físico
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			

Basada en (García, 2002)

Con este cuadro se puede observar los tipos de sistemas ergonómicos que existen, sin embargo el sistema ergonómico tipo seis es un macrosistema o multisistemas compuesto por varios sistemas

para analizar como un solo elemento, en cuanto a los sistemas tipo siete y ocho cabe aclarar que el ser humano no opera simultáneamente, sino cambia frecuentemente de actividad o espacio físico.

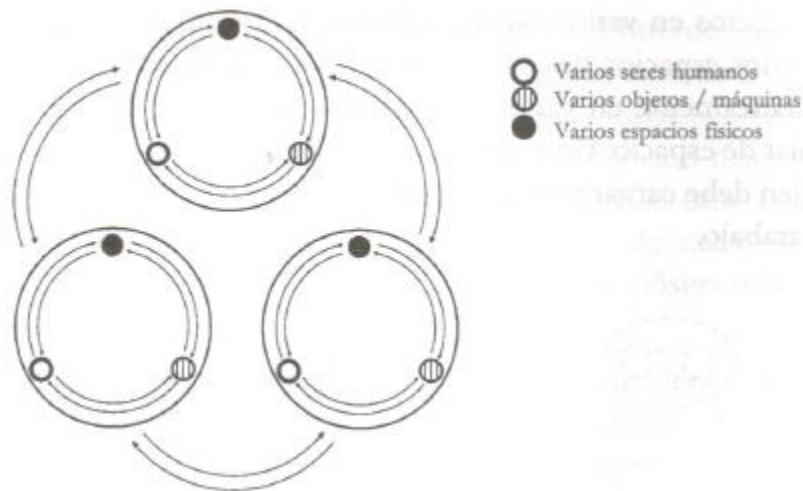


Ilustración 3 Sistema ergonómico tipo 6 (García, 2002)

Para que exista un sistema ergonómico debe haber algún tipo de interacción entre sus elementos, es decir tiene un campo donde se establecen las relaciones entre los elementos del sistema es decir es el campo de interacción y se lo llama interfaz, existen varios tipos de interfaz y se los reconoce por medio de los sentidos, describe una acción o conducta específica entre los elementos del SE, para de esta manera mejorar el SE o establecer uno tomando en cuenta el tipo de interacción, las principales interfaces son:

- Interfaz ambiental
- Interfaz auditiva
- Interfaz cinestésica
- Interfaz gustativa
- Interfaz olfativa
- Interfaz táctil
- Interfaz visual

Es importante mencionar que existen otros tipos de interfaces a parte de las que ya se acaban de mencionar, dependiendo del tipo de ergonomía física, cognitiva u organizacional (que ya se ha definido en el apartado anterior) según la actividad o puesto de trabajo que se está estableciendo.

La ergonomía siendo parte de los factores humanos, que gira alrededor del ser humano como razón de ser del diseño, es de gran importancia en el ejercicio laboral, para una un eficaz funcionamiento

e interacción de sus partes, pero se debe complementar con los aspectos antropométricos del grupo de enfoque.

### 7.2.3. Factores de adecuación ergonómica

Donde se define los aspectos cualitativos, deseables de la adecuación para los elementos del SE en la estación de medición.

Factores de usabilidad: El uso, manipulación y operación de objetos del SE<sup>3</sup>

Factores de bienestar: Garantiza el bienestar y la seguridad del ser humano dentro del SE

Factores de Impacto ambiental: Permite conocer los impactos positivos o negativos del SE al ponerse en funcionamiento

Factores de aprehensión: Permite al ser humano del SE comprender y aprender la función y el uso del objeto y del espacio físico

Factores Socioculturales: Está ligado a los factores de aprehensión y determina a través de las características del objeto.

Factores de Mantenimiento: Cualidades que permite que el SE conserve sus componentes en buenas condiciones durante la actividad del mismo.

### 7.3. Antropometría

La ergonomía y la antropometría forman parte del sistema de referentes del diseño industrial, dentro del ser humano, de tal manera que es necesario aclarar y conocer aspectos de antropometría necesarios para este proyecto de modo que se ha hecho referencia con ACOPLA (1995) y Las Dimensiones Humanas en los Espacios Interiores (1983).

En la antigüedad el hombre utilizaba cualquier elemento u objeto y lo adaptaba para su uso y satisfacer sus necesidades, esto fue sucediendo hasta llegar la industrialización, donde se percibió la necesidad de unificar al hombre es decir reemplazar lo individual por lo estándar.

De acuerdo con ACOPLA (1995) para trabajar en este propósito surgió la antropometría como disciplina que estudia las dimensiones del cuerpo humano y a partir con la Ergonomía y el Diseño Industrial es posible hacer el adecuado dimensionamiento de aquellos elementos de trabajo o de

---

<sup>3</sup> Sistema ergonómico

uso cotidiano (p.16) de tal manera que durante la obtención de datos antropométricos se pudo notar que el cuerpo humano tiene similitudes, pero también tienen diferencias según varios factores, como la actividad física a corta edad, que ayuda a que el cuerpo humano crezca, la edad, el género, la raza, la zona geográfica, el nivel socioeconómico, las condiciones climáticas, la nutrición.

Con estos datos se pudieron obtener tablas antropométricas, y a su vez surgen profesionales especialistas en el área de antropometría, de tal manera que se pudieron establecer definiciones sobre este, “Llamamos antropometría a la ciencia que estudia en concreto las medidas del cuerpo, a fin de establecer diferencias en los individuos, grupos, etc.” (Panero, Julius; Zeinik, Martin 1983, p.23).

Existen dos tipos de dimensiones antropométricas:

- Las dimensiones antropométricas estructurales o estáticas, que toman en cuenta las dimensiones de los segmentos específicos de cuerpo humano como la altura, peso, anchura, entre otras. Se lo puede aplicar para el diseño de objetos o espacios que requieran de poco movimiento.
- Las dimensiones antropométricas funcionales o dinámicas, que toma en cuenta las dimensiones resultantes de los movimientos del cuerpo humano como los alcances, las posturas, los ángulos, entre otros. Se puede aplicar el diseño de puestos de trabajo o estaciones de trabajo, donde es necesario considerar dimensiones determinadas para la función que se va a realizar.

#### 7.3.1. Consideraciones antropométricas para los puestos de trabajo

La interfáz entre los puestos de trabajo y el hombre, implica tener en cuenta las dimensiones antropométricas funcionales, por la razón de que en los puestos de trabajo se realizará la medición antropométrica, de manera que se tomará en cuenta la relación operativa, la manera que se utiliza la estación de medición, es decir los movimientos del cuerpo humano necesarios a realizar durante el proceso de medición antropométrica, detallados a continuación:

En los niños y niñas



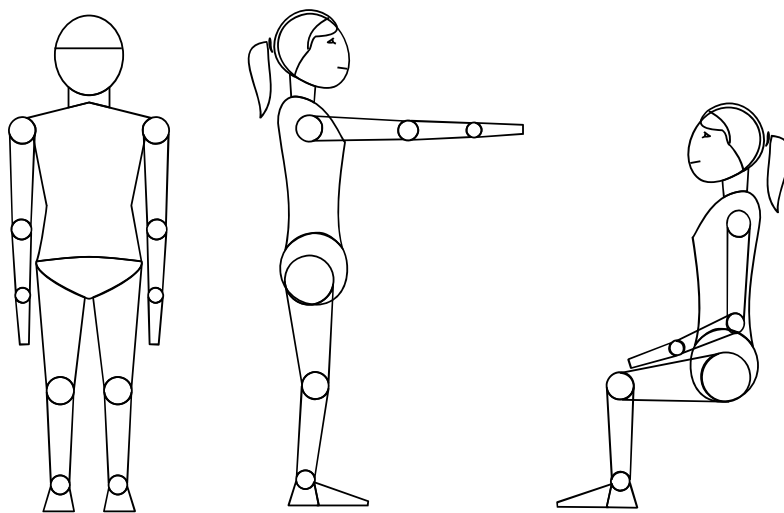


Ilustración 4 Posiciones para mediciones antropométricas, basado en TFC Estefanía Salazar 2014, dirigido por Dis. Paola Banderas

Para la toma de medidas antropométricas en niños ecuatorianos, se deberá ubicar el cuerpo humano en las posiciones requeridas según las dimensiones a tomar, como en posición sedente, de pie, con las extremidades extendidas, entre otras.

En el caso de los evaluadores y auxiliares se deberá tener en cuenta los movimientos articulatorios necesarios para el ejercicio de toma de medidas como son:

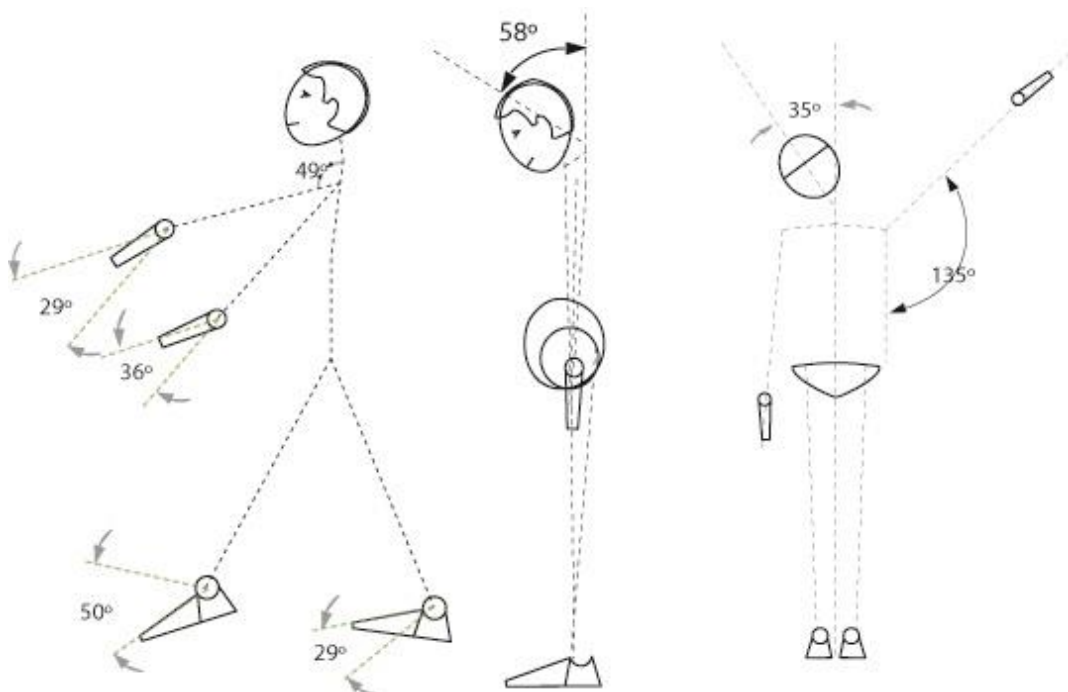


Ilustración 5 Basado en Ergonomía 3 Diseño de puestos de trabajo (1998)

Los movimientos de las extremidades y la posición de pie del evaluador, son necesarios para la toma de medidas de alturas, alcances, distancias, anchos y profundidades en posición de pie.

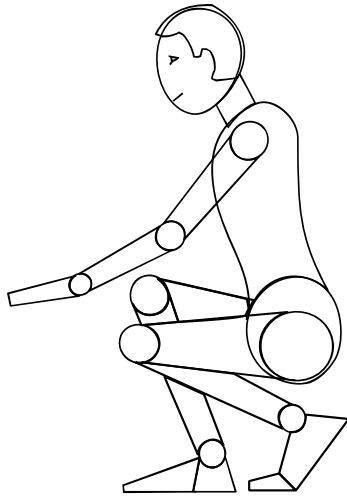


Ilustración 6 Posición del evaluador en relación con la toma de medidas en posición sedente

Las medidas a tomar en posición sedente hacen que el evaluador cambie de postura por la razón que necesita posicionar las herramientas en distancias más cortas con respecto al piso, como las alturas, distancias, ancho, profundidad en posición sedente.

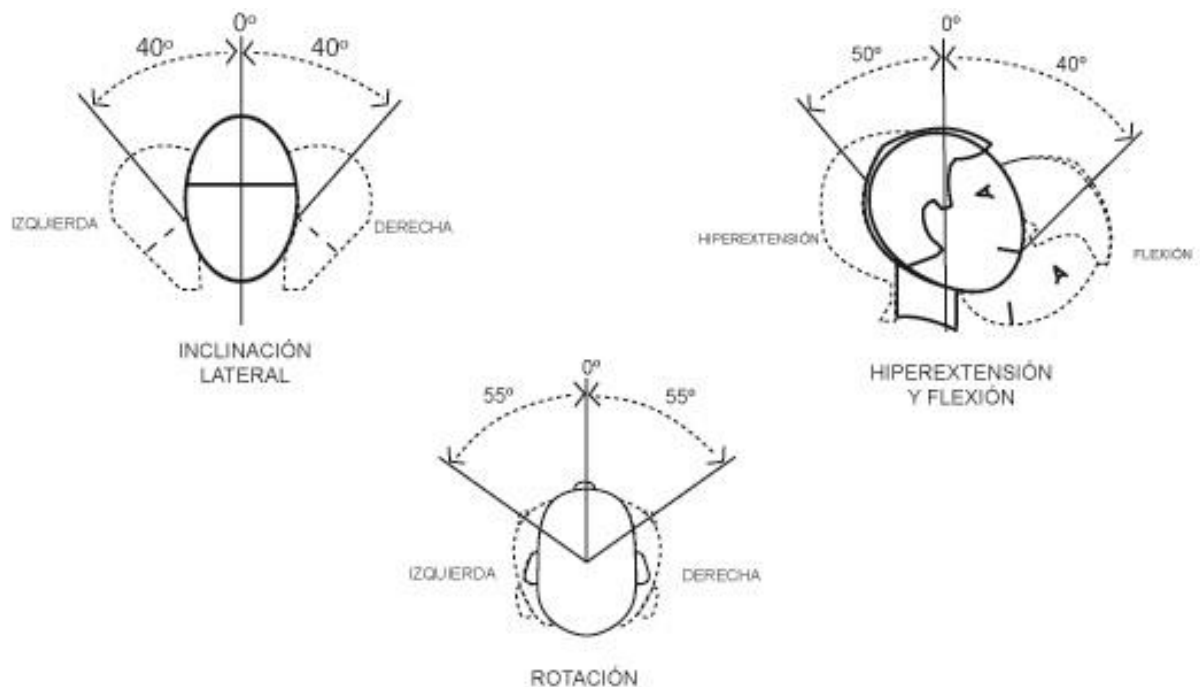


Ilustración 7 Movimientos de la cabeza, basada en Panero, J. 1996

Con respecto a los movimientos de la cabeza que el evaluador debe ejecutar es importante, debido a que se necesita visualizar la correcta posición de las herramientas y el valor resultante de cada medida tomada.

### Ángulos de visión

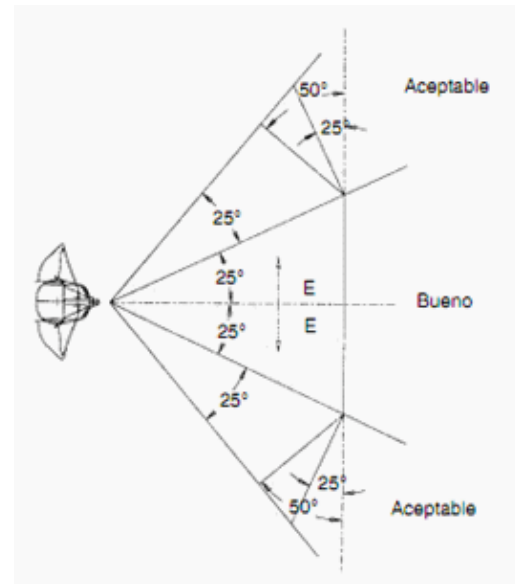
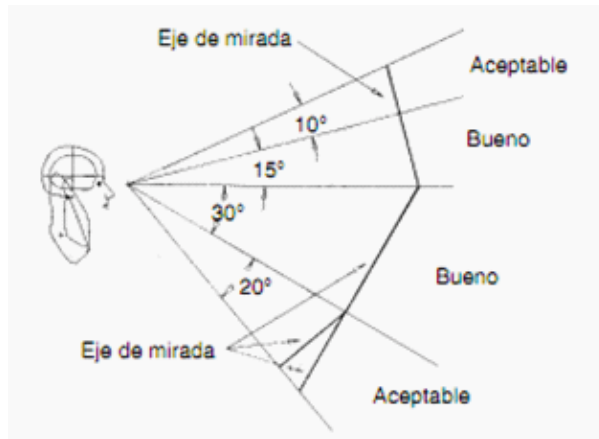


Ilustración 8 Ergonomía 3 Diseño de puestos de trabajo (1998)

Los ángulos de visión se deben incorporar de manera que sea una ayuda para que el evaluador pueda visualizar la información expuesta en los puestos de trabajo en el momento necesario

La antropometría es un punto importante para el diseño industrial, porque se debe tomar en cuenta aspectos necesarios del cuerpo humano como se lo mencionó, para realizar un ejercicio específico en especial para el desarrollo de puestos de trabajo, según el ejercicio a realizar, cuidando de no invadir la zona personal de los trabajadores, es decir tomando en cuenta la proxémica en las estaciones de trabajo

#### 7.4. Proxémica

Como se ha mencionado antes, el hombre es la razón de ser del diseño industrial, por tal motivo dentro de los factores humanos también está presente la proxémica, y para dar a entender los conceptos y todo lo relacionado con el tema se ha tomado a Edward Hall como uno de los principales referentes en cuanto a proxémica, en su libro “La Dimensión Oculta” abarca aspectos

del comportamiento humano en relación con los demás, como la percepción, las distancias, el dinamismo, entre otros.

Dentro de la proxémica existen tres experiencias que son las experiencias espaciales, las visuales y las táctiles, cada una está estrechamente relacionadas entre sí, el espacio visual tiene varias funciones, identifica las distancias (personas, objetos, alimentos, estados físicos), permite la orientación (evita obstáculos y peligros), fabrica objetos o herramientas, la diferencia entre espacio visual y táctil es que el espacio táctil separa a la persona del objeto, mientras que el espacio visual separa a los objetos uno del otro, en cuanto a la relación del hombre en su ambiente es una función sensorial y la manera en que lo condiciona para responder.

Edward Hall menciona "...la palabra proxémica se empleó para definir las observaciones y teorías interrelacionadas acerca del empleo del espacio por el hombre" (1991, p.125), existen dos tipos de espacios el espacio de carácter fijo y el espacio de carácter semifijo.

Cuando hablamos de espacio de carácter fijo se refiere a la manera de organización de personas o grupos para realizar alguna actividad, como los edificios que se agrupan en un lugar específico, pero que están divididos en su interior según la norma o diseño determinado, pensado para cumplir una actividad o función. Lo importante de este espacio según Hall "...es que se trata del molde donde se fragua buena parte del comportamiento" (p.132), mientras que en el espacio semifijo mediante un estudio experimental que se realizó en un hospital, donde se modificaron espacios semifijos que son las salas de espera, y se distribuyó de diferentes maneras con el fin de obtener información sobre la manera de interacción entre individuos arrojó el siguiente resultado " Lo deseable es la flexibilidad y la congruencia entre diseño y función para que haya variedad de espacios y la gente se relacione o no, según la ocasión o el humor" (p.137)

Llegando así a la determinación de las distancias que el hombre posee al interactuar con los de su especie, los animales tienen un territorio que ocupan y se defienden de los demás animales, el hombre también se desenvuelve en un área de distancia que los separa de los demás, algunas distancias en la actualidad ya no se las emplea en las relaciones humanas, pero la distancia personal y social aún se las emplea.

Se han establecido cuatro distancias que son íntima, personal, social y pública, cada distancia posee una fase abierta y otra cerrada lejana y cercana, esto ayuda a orientar hacia la actividad y relación que se desea realizar y el modo de sentirse una persona con respecto a la otra en ese momento.

#### 7.4.1. La dinámica en el espacio

Acerca del dinamismo en el espacio Hall sostiene que el hombre percibe al espacio como espacio dinámico, porque cada espacio tiene relación con la acción que se va a desarrollar en un espacio dado (1991, p.141)

##### Distancia íntima

Cuando la presencia de una persona es inconfundible debido a la gran cantidad de datos sensoriales que se emite, como la vista, el olfato, el calor corporal, el aliento donde actúa en conjunto para señalar que existe una relación con otra persona

##### Fase Íntima Cercana

Cuando existe contacto físico con el consentimiento de ambas partes, los músculos y las extremidades se comunican, es la distancia del afecto, del sentimiento de una persona por la otra ya sea por acto de amor, lucha protección, confortamiento.

##### Fase Íntima Lejana

Solo las manos pueden alcanzar y tomar las extremidades, las personas sienten, malestar cuando algún extraño entra en su zona íntima, pero esto depende de la cultura de cada país.

##### Distancia personal

Es la distancia que separa un individuo de otro, se la puede considerar como una esfera protectora que mantiene un individuo dentro.

##### Fase Personal Cercana (45 a 75 cm)

Es la sensación que percibimos de la proximidad de una persona con la actividad que se quiere desempeñar con sus extremidades con respecto a la otra, en esta distancia una persona puede agarrar o retener a otra persona, esta distancia puede señalar la relación que se tiene con una persona o como se siente una con respecto a la otra.

##### Fase Personal Lejana (75 a 120 cm)

Esta distancia está situada fuera del contacto de distancia fácil, dos personas se pueden tocar los dedos si ambos extienden los brazos, las relaciones y asuntos de interés se los trata a esta distancia.

##### Distancia Social

Se ubica entre la fase lejana de la distancia personal y la fase cercana de la distancia social, formando así el límite de dominación, en esta distancia nadie espera tocar a otra persona.

##### Fase Social Cercana (1,20 a 2 m)

A esta distancia se ubican las personas que trabajan juntas o en reuniones sociales, también se produce el efecto de dominación cuando una persona está de pie y mirando a otra a esta distancia, es el caso cuando se habla con una secretaria o recepcionista,

#### Fase Social Lejana (2 a 3.5 m)

Esta fase se emplea para dar discursos sociales o comerciales, también se lo utiliza en las oficinas, donde los escritorios son lo suficientemente amplios para mantener al visitante alejado. Un rasgo proxémico de esta distancia es que se puede usar para separar a las personas.

#### Distancia Pública

Está fuera del campo de relación y participación, también se produce cambios sensoriales

#### Fase Pública Cercana (3.5 a 7.5m)

En esta distancia se puede defender si el sujeto se siente amenazado, no se puede observar a esta persona detalladamente, pero se puede observar periféricamente a otra persona presente.

#### Fase Pública Lejana (9m)

Esta distancia por lo general se emplea en personajes públicos, pero también se puede utilizar en ocasiones públicas, a esta distancia a la persona se la observa muy pequeña.

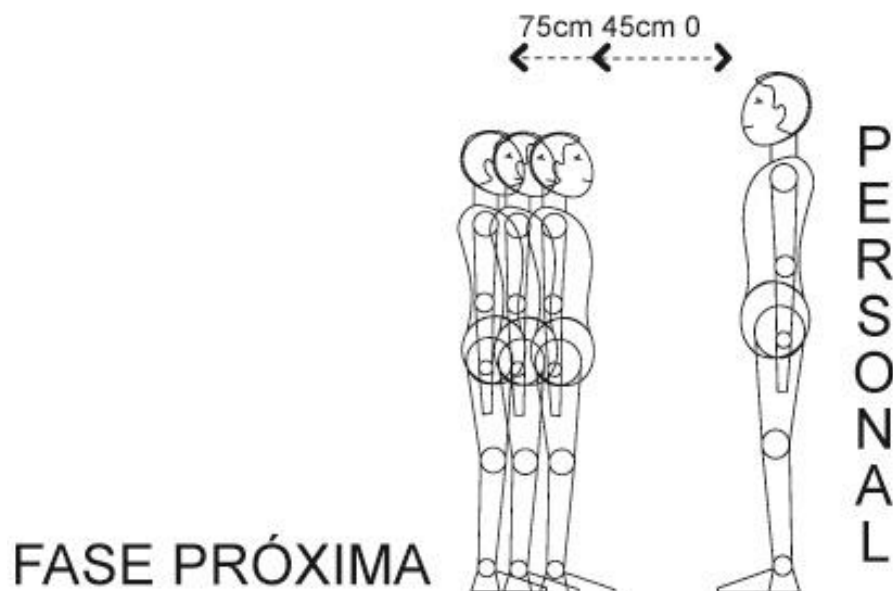


Ilustración 9 Basado en Panero, J. (1996)

Tomando en cuenta la práctica de medición antropométrica que se va a realizar, la distancia adecuada es la personal en la fase cercana, por la razón que el evaluador debe mantener una distancia prudente para la correcta ubicación de las herramientas, en los lugares necesarios del cuerpo humano y para visualizar el valor resultante en cada medición es recomendable tomar las medidas a la derecha de la persona para evitar invadir su zona íntima, sin incomodar al sujeto que está sometido en el proceso de medición.

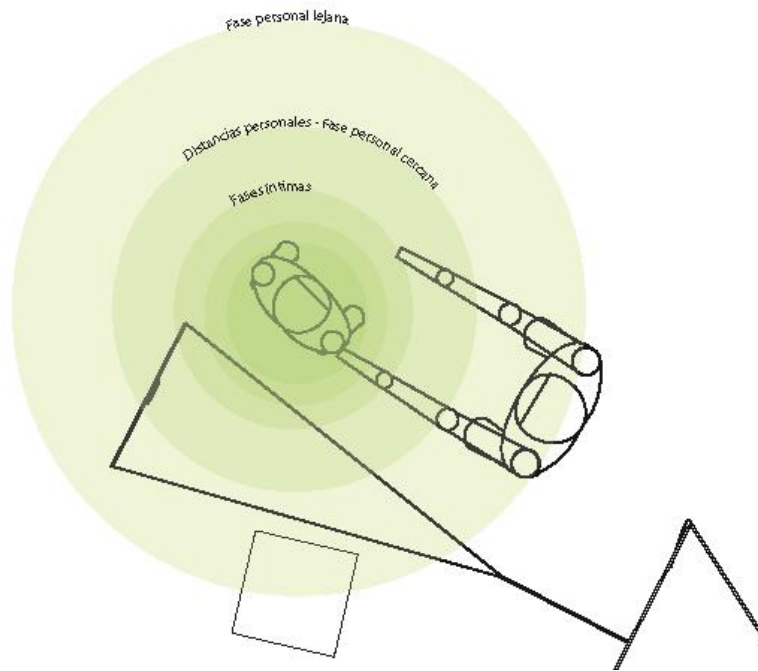


Ilustración 10 Proxemia en la estación de medición

### 7.5. Levantamiento antropométrico

Una vez comprendido los diferentes conceptos y definiciones antes expuestos, se puede llegar a la última etapa que es la consolidación de los puestos de trabajo para el ejercicio de medición antropométrica, basándonos en el sistema de referentes del diseño industrial o de productos y el ser humano como razón de ser de diseño, que a su vez al hablar de ser humano también se refiere a ergonomía, antropometría, proxémica, de tal manera que se establece un sistema ergonómico, en el área de medición compuesta por los puestos de trabajo donde se tomará las medidas antropométricas según un orden establecido con las medidas a tomar, como se ha mencionado antes, este propósito está adscrito a un proyecto de investigación detallado a continuación.

### 7.5.1. Datos de la organización

El Levantamiento de las dimensiones antropométricas de la población infantil ecuatoriana DAPI-15 es un proyecto de investigación de interés en diferentes áreas del conocimiento como son las artes, salud, humanidades, servicio social, entre otras, que tiene como uno de sus objetivos contribuir al desarrollo del cuerpo del conocimiento del diseño del Ecuador en referencia al ser humano y se espera como resultado la obtención de tablas antropométricas con las dimensiones del cuerpo humano de niñas y niños esto en cuanto a al ámbito científico, en cuanto al ámbito tecnológico, el diseño y desarrollo de estaciones de medición portátiles, en el ámbito cultural se aporta en el conocimiento de características morfológicas de la población infantil, son diferentes las áreas que se benefician de esta investigación.

Nombre: Ministerio de Educación, Dirección de investigación y postgrados PUCE - Proyecto de investigación Levantamiento de las dimensiones antropométricas de la población infantil ecuatoriana DAPI15

Actividad: Investigación aplicada

Ubicación: Av. 12 de Octubre 1076 y Roca

Características: Proyecto adscrito a investigación docente como primer ideal presentado en el área de Factores Humanos de la Carrera de Diseño FADA-PUCE, DAPI-15 Busca contribuir con el cuerpo del conocimiento del diseño mediante el levantamiento de las tablas antropométricas de la población infantil ecuatoriana, para esto se dará comienzo al trabajo investigativo de diseño en equipo, al trabajo investigativo interdisciplinar, multidisciplinar y multidimensional con participación de estudiantes en proceso de grado.

Contexto: Antropometría aplicada a la población infantil ecuatoriana

### 7.5.2 Las dimensiones antropométricas sugeridas para el Levantamiento de las Dimensiones Antropométricas de la población infantil ecuatoriana DAPI-15

- Estatura, peso, alcance mínimo frontal funcional, alcance máximo frontal funcional, altura nudillo suelo, altura sentado, altura ojos asiento, altura hombro asiento, distancia glúteo rótula, distancia glúteo poplítea, profundidad del abdomen, ancho del pie, largo del pie, altura poplítea, altura de las rodillas, altura de muslo, altura codo asiento, ancho bideltoidio, ancho entre codos, ancho de caderas, ancho de mano sin pulgar, largo de la mano



- Perímetro cefálico, perímetro del cuello, perímetro del tórax, perímetro de cintura, perímetro de cadera, perímetro del muslo, perímetro de pantorrilla, perímetro medio del brazo, perímetro de muñeca
- Pliegue cutáneo tricipital, pliegue cutáneo subescapular y saturación de O2

Conformación del equipo de medición para DAPI-15:

- Evaluador, se encarga de la toma de medidas ya mencionadas de los niños y niñas.
- Anotador, que se encargará de llevar el registro de medidas de cada sujeto.
- Auxiliar quien deberá vigilar y posicionar al infante, ayudará al evaluador con las herramientas y será también vocero para repetir el valor dictado.

### 7.5.3 Organización del proceso de medición

El equipamiento transitorio para estaciones de medición antropométrica como se mencionó en uno de los objetivos, organiza el proceso de medición de manera que siga un recorrido determinado según las medidas, herramientas y posiciones necesarias para la toma de medidas, en un tiempo determinado con la finalidad de mantener un nivel favorable de eficacia en el proceso de medición.

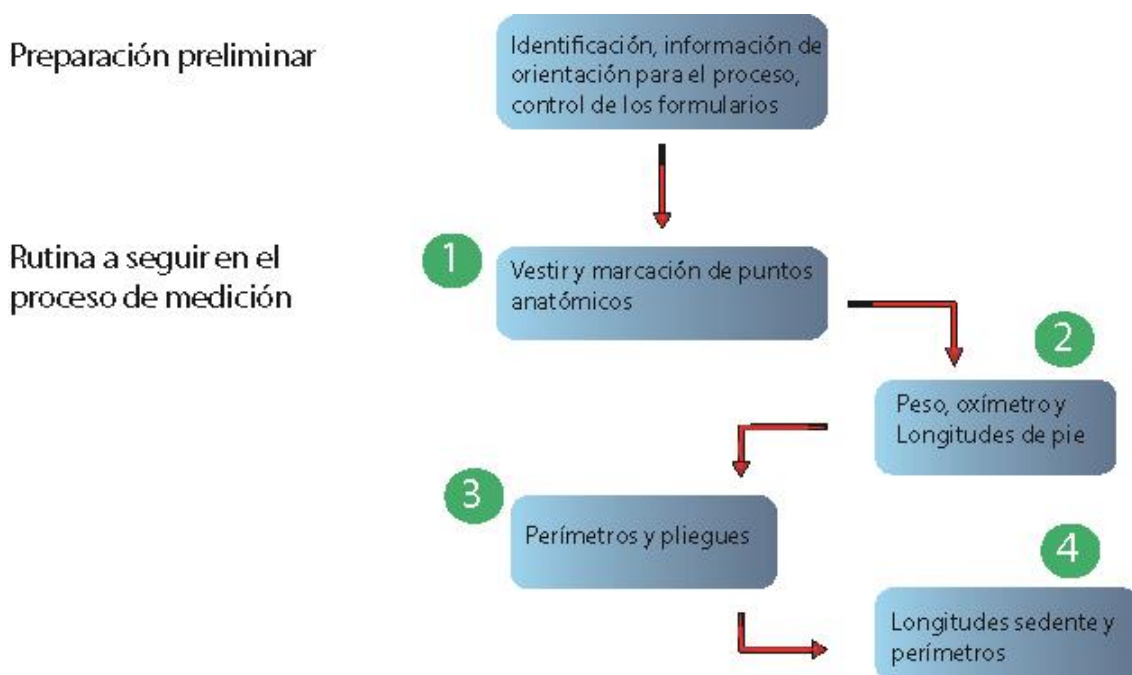


Ilustración 11 Esquema del proceso

Se han agrupado las medidas a realizar en cada puesto de trabajo, según el tiempo estimado que toma en realizar cada medida, de manera que cada puesto de trabajo termine la toma de medidas

correspondientes en el mismo tiempo estimado, es decir todos los puestos de trabajo ejercen simultáneamente lo que les corresponde y así todo el proceso fluye de manera coherente y eficaz.

#### 7.5.4 Posturas antropométricas

Para facilitar, agilizar y tener mayor precisión en el proceso, el infante debe llevar ropa ligera o de preferencia ropa de baño, debe despojarse de todas sus pertenencias y en el caso de las niñas no deben llevar utensilios en el cabello. Otro aspecto primordial y el más importante en el proceso de medición antropométrica, es la correcta postura del cuerpo humano

Postura de pie:

- Cabeza mirando el frente en el plano de Frankfort.
- Hombros relajados y a la misma altura
- Brazos descansando a los lados del cuerpo con las manos tocando ligeramente los muslos
- Talones unidos
- Puntas de los pies separados formando en un ángulo de 45°

Postura sedente:

Se debe colocar al sujeto sobre una silla de superficie completamente plana y de altura variable

- Tronco erecto conservando las curvas de la columna.
- Cabeza en posición al plano de Frankfort
- Hombros relajados y horizontales
- Brazos relajados a cada lado del cuerpo
- Manos apoyadas en el primer tercio del muslo
- Muslos formando un ángulo recto con el tronco y la zona poplíteica, separada a unos centímetros del borde del asiento
- Piernas formando un ángulo de 90° con los muslos
- Los pies en descanso apoyando las plantas completamente en el piso.

Algunas recomendaciones por ISAK<sup>4</sup>:

- La mayoría de las medidas se las toma de uno de los costados de preferencia el lado derecho o de atrás del sujeto, ya que si se lo toma de frente se puede invadir el espacio personal, generando incomodidad o amenaza en el evaluado

---

<sup>4</sup> Sociedad Internacional para el Avance de Cineantropometría

- Durante el proceso se puede pedir al evaluado que asuma diferentes posiciones, para que las medidas puedan realizarse con rapidez y eficacia.

#### 7.5.5 Coreografía de medición para DAPI-15.

Se han agrupado las medidas a ejecutar con relación a las herramientas que se han de utilizar y con el tiempo que se demora el evaluador en tomar cada medida con el fin de obtener un tiempo promedio y así organizar el proceso de producción de las medidas para que cada área esté en actividad simultáneamente y termine en el tiempo estimado para que la estación de medición mantenga un flujo continuo y así optimizar el tiempo.

Tabla 2 Rutina de medición DAPI-15

	ORDEN	Nº	MEDIDAS
1	Marcación		
2	Peso, oxímetro y Longitudes de pie	33	Peso
		34	Oxímetro
		1	Estatura
		2	Alcance mínimo frontal funcional
		3	Alcance máximo frontal funcional
		4	Altura nudillo suelo
		11	Ancho del pie
		12	Largo del pie
		20	Ancho de la mano
		21	Largo de la mano
3	Perímetros y pliegues	24	Perímetro de tórax
		25	Perímetro de cintura
		26	Perímetro de cadera
		27	Perímetro de muslo

		28	Perímetro de pantorrilla
		29	Perímetro medio del brazo
		30	Perímetro de muñeca
		31	Tricipital
		32	Subescapular
4	Perímetros y longitudes sedente	22	Perímetro cefálico
		23	Perímetro de cuello
		13	Altura poplítea
		14	Altura de las rodillas
		15	Altura del muslo
		16	Altura codo asiento
		17	Ancho bideltoidio
		18	Ancho entre codos
		19	Ancho de caderas
5	Longitudes sedentes	5	Altura sentado
		6	Altura ojo asiento
		7	Altura hombro asiento
		8	Distancia glúteo rótula
		9	Distancia glúteo poplítea
		10	Profundidad del abdomen
TOTAL		35	

Nota: Para mejor comprensión véase ilustración 50

#### 7.5.6. Área de intervención y transporte

Las estaciones de medición portátiles y el grupo de medidores serán enviados a diferentes ciudades del país para realizar la medición antropométrica como se muestra en el documento del área de estadística para el proyecto DAPI-15 realizado por Diego Egas Varea

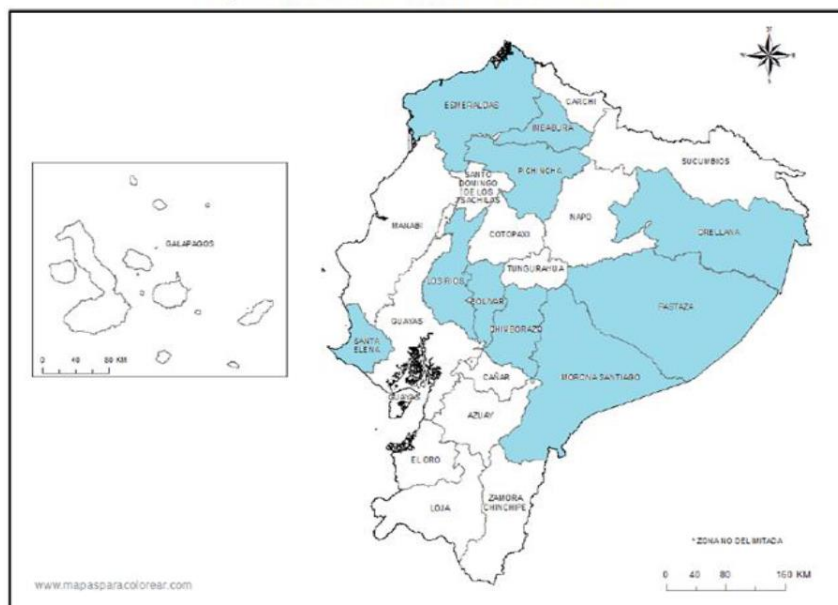


Ilustración 12 Mapa del área de intervención para DAPI-15 realizada por Diego Egas Varea. De tal manera el proceso de medición antropométrica dará inicio simultáneamente en distintos lugares para poder cumplir con el tamaño de la muestra que es un total de 3500 niños de diferentes grupos étnicos afro-ecuatorianos, indígenas de la sierra y de la amazonia, montubios y mestizos de acuerdo al siguiente detalle:

- 1000 niños/as indígenas de la sierra central Provincias de Chimborazo y Bolívar
- 225 niños/as indígenas del norte: Provincia de Imbabura
- 500 niños/as indígenas amazónicos: Provincias de Orellana, Pastaza, Morona Santiago.
- 500 niños/as montubios: Provincia de Los Ríos y Santa Elena
- 225 niños/as afro-ecuatorianos: Provincia de Esmeraldas
- 1000 niños/as mestizos: Provincia de Pichincha

(Proyecto DAPI-15 Mapa de Intervención Área de Antropología, pg3)

Con estos datos es importante respetar el requerimiento de DAPI-15 en cuanto al material impuesto para realizar dichas estaciones portátiles que es el cartón corrugado por la razón que sería muy costoso y generaría inconvenientes en su traslado de ida y retorno de ser de un material duradero y por su corta vida de uso ya que se usará únicamente para de proceso de medición como se evidencia en los datos anteriores, se realizará en el mismo momento en diferentes lugares para cumplir con el tamaño de muestra.

En cuanto al transporte deberá enviarse por cualquier medio sea terrestre o aéreo de esto se encargará el Ministerio de Educación como uno de los colaboradores de DAPI-15, se debe tomar en cuenta como base el tamaño de un cajón de camión de carga para garantizar que el tamaño del equipamiento no sobrepase la capacidad de carga como se detalla en el siguiente cuadro.

PESOS Y MEDIDAS								
TIPO	DISTRIBUCIÓN MÁXIMA DE CARGA POR EJE	DESCRIPCIÓN		PESO MÁXIMO PERMITIDO (Ton.)	LONGITUDES MÁXIMAS PERMITIDAS (metros)			
					Largo	Ancho	Alto	
2 D			CAMIÓN DE 2 EJES PEQUEÑO	7	5,00	2,60	3,00	
2DA			CAMIÓN DE 2 EJES MEDIANOS	10	7,50	2,60	3,50	
2DB			CAMIÓN DE 2 EJES GRANDES	18	12,20	2,60	4,10	
3-A			CAMIÓN DE 3 EJES	27	12,20	2,60	4,10	
4-C			CAMIÓN DE 4 EJES	31	12,20	2,60	4,10	
4-0 OCTUPUS			CAMIÓN CON TAMDEN DIRECCIONAL Y TAMDEN POSTERIOR	32	12,20	2,60	4,10	

Fuente: <http://es.slideshare.net/fabriciomartinez77985/cap-iv-capacidadcarga>

Una vez expuesta la base de esta investigación se puede pasar a presentar la metodología de diseño que se va a emplear en este trabajo de fin de carrera.

## 8 Metodología

La metodología de diseño que se emplea es la de diseño centrado en el usuario, basándonos en “Nuevas técnicas para el desarrollo de productos innovadores orientados al usuario” del Instituto de Biomecánica de Valencia, donde tiene como objetivo analizar las relaciones entre los usuarios y los productos con la finalidad de desarrollar productos más seguros, saludables y adaptados a sus necesidades” (p. 8)

Tomando en cuenta que dicha metodología nos guía por nuevas herramientas capaces de contribuir al proceso y a los componentes creativos dentro del diseño industrial, y en el desarrollo de productos orientados al usuario, ya que el desarrollo de productos destinados al ser humano es un proceso multidisciplinario donde entran varios componentes como ingeniería, biomecánica, factores humanos, entre otros. La metodología consta de cinco etapas, de las cuales como este proyecto es académico se llegará hasta la fase cuatro, a continuación se describe cada fase de esta metodología.

### 8.1. Definición estratégica

Donde a partir de un problema detectado se analiza y procesa la información recopilada, se llevará adelante el proyecto y su orientación estratégica.

Tabla 3 Metodología IBV Definición estratégica

Tarea	Herramientas y técnicas	Resultados
<ul style="list-style-type: none"><li>• Estudio de la competencia</li></ul>	Panel de usuario Modelo de Kano Método de Pugh Cuestionario de la situación	Listado de requisitos del producto
<ul style="list-style-type: none"><li>• Determinación de las oportunidades de mejora</li></ul>		
<ul style="list-style-type: none"><li>• Establecer el perfil de usuario</li></ul>		
<ul style="list-style-type: none"><li>• Establecer el documento de los requisitos del producto</li></ul>		

### 8.2. Diseño de concepto

Donde mediante el análisis y la creatividad se establece la dirección del diseño, con la información recopilada en toda la investigación para que sean datos aplicables.

Tabla 4 Metodología IBV Diseño de concepto

Tarea	Herramientas y técnicas	Resultados
<ul style="list-style-type: none"><li>• Plantear los objetivos y problemas asociados</li></ul>	Formulario de problemas TRIZ. Resolución de contradicciones Análisis de valor	Pliego del concepto.
<ul style="list-style-type: none"><li>• Análisis de funciones positivas y negativas</li></ul>		
<ul style="list-style-type: none"><li>• Búsqueda de soluciones de concepto</li></ul>		
<ul style="list-style-type: none"><li>• Evaluación de alternativas</li></ul>		

### 8.3. Diseño de detalle

Desarrollo de la propuesta, definiendo como construir el producto con detalles técnicos tomando en cuenta el documento de requisitos del producto

Tabla 5 Metodología IBV Diseño de detalle

Tarea	Herramientas y técnicas	Resultados
<ul style="list-style-type: none"><li>• Plantear soluciones</li></ul>	Análisis de valor	Planos técnicos

<ul style="list-style-type: none"> <li>Evaluación de alternativas</li> </ul>		
--	--	--

#### 8.4. Ensayo y verificación

Verificar que cumpla las características conceptuales del producto, en especial de seguridad, calidad, confiabilidad y manutención.

Tabla 6 Metodología IBV Ensayo y verificación

Tarea	Herramientas y técnicas	Resultados
<ul style="list-style-type: none"> <li>Comprobar que se cumplen las especificaciones propuestas.</li> </ul>	Análisis de riesgos Pruebas de usabilidad	Verificación en condiciones de uso

La presente metodología consta de cinco etapas, concluyendo con producción y comercialización, la última no corresponde a realizar en la academia, por tal razón no se ha aplicado en este proyecto, esto no quiere decir que no se va a producir sino que esta etapa corresponde directamente a la empresa o entidad con la que se está trabajando, en este caso al proyecto de investigación DAPI-15 que se encargará de los siguientes pasos una vez entregado este trabajo de fin de carrera.

Además de la metodología ya señalada, se puede agregar los conocimientos adquiridos durante el periodo de capacitación y talleres realizados previo a la obtención de la certificación para valoración antropométrica nivel I emitida por ISAK.

## 9 Síntesis de los contenidos de los capítulos

### Capítulo I Definición estratégica

En este capítulo se define el producto que se va a diseñar y se determina quiénes son los usuarios, sus necesidades, características, es decir establecer el perfil de usuario para identificar y establecer lo que se va a diseñar y cómo se va a hacer, se realiza también un estudio de lo existente con el fin de recopilar información para informarnos de sus ventajas, desventajas y oportunidades de mejora, finalizando con un listado de requisitos con la información recopilada.

### Capítulo II Diseño de concepto

Una vez definido lo que se va a diseñar, quiénes serán los usuarios y sus necesidades, se establece la dirección del diseño, es decir se concreta la configuración, las características y prestaciones, se



generan varios conceptos de diseño, terminando este capítulo con la selección de la propuesta más acorde con los objetivos planteados, mediante la aplicación de diferentes herramientas para la toma de decisiones.

### Capítulo III Diseño de detalle

En este capítulo se parte desde la selección de diseño de concepto, se encarga de los detalles, como especificaciones técnicas, planos y datos necesarios para materializar en un producto, procurando que se cumplan con las especificaciones propuestas en el primer capítulo que son los requisitos de diseño.

### Capítulo IV Ensayo y verificación

En este capítulo se comprueba que el producto cumpla con los objetivos establecidos al inicio de este documento y que se ajusten al listado de requisitos que se estableció en la definición estratégica, con la ayuda de pruebas de usabilidad.

### Capítulo V Presentación de la propuesta final

Con el diseño de detalle ya establecido se puede presentar la propuesta final, con todos los elementos que conforman el producto, modelos digitales, simulaciones digitales, con los materiales reales, secuencia de uso y los procesos de producción.

## CAPÍTULO I Definición estratégica

### 1.1. Investigación

Para el desarrollo de este proyecto se ha recopilado información de diferentes fuentes, sean bibliográficas, de videos, de revistas, capacitaciones, cursos, entre otros, de tal manera que se pueda identificar todos los aspectos importantes con respecto a los productos existentes, al usuario en sus diferentes contextos y necesidades, teniendo como resultado una lista de requerimientos.

#### 1.1.1. Antecedentes

En Ecuador escasa de investigación en el área de antropometría en niños y niñas, existen varios procesos para la toma de medidas, pero de manera particular es decir en establecimientos de salud o nutrición, para mantener el control del estado de salud del infante, sin embargo para este proceso solo se emplea un consultorio médico sin ninguna adecuación especial y siempre con la ayuda la madre del niño como se puede observar en (Bolivia 2007) Video sobre Capacitación en Antropometría.

En el 2012 el Ministerio del Deporte junto con la Universidad de Guayaquil pusieron en marcha el proyecto MINDE-UG con el fin de detectar los posibles talentos deportivos para el desarrollo de actividades deportivas del país, este proyecto estuvo orientado al desarrollo de capacidades técnicas de medición e identificación de talentos deportivos y al estudio para la elaboración de parámetros para definir las aptitudes funcionales y las características antropométricas de la población ecuatoriana, el objetivo de este proyecto fue determinar la aptitud física, composición corporal y características morfológicas de los niños, niñas y adolescentes de 5 a 18 años del Ecuador, orientando a la definición de potencialidades deportivas (<http://www.minde-ug.ec/>).

La metodología que se ejecutó en este proyecto consta de varios test que están dirigidos netamente al ejercicio físico como son potencia de salto horizontal, potencia de salto vertical, potencia muscular local, fuerza rápida y agilidad, volumen máximo de oxígeno, flexibilidad del tronco, su muestra fue de 10285 sujetos (<http://www.efdeportes.com/efd197/aptitud-fisica-de-la-poblacion-ecuatoriana.htm>)

Con esto se puede concluir que en Ecuador ya se puede observar interés en el área de factores humanos, por parte de las autoridades en diferentes áreas del conocimiento como es en este caso en el área de deportes, lo que se pudo observar con esta información que se recopiló de fuentes de internet, es que este proceso ha sido útil y ha dado resultados favorables, sin embargo se ha evidenciado que hace falta material de apoyo, para un proceso con tal tamaño de muestra como se ha utilizado en este.

Para hacer referencia extranjera se ha analizado la investigación de Dimensiones antropométricas de la Población Latinoamericana donde se midió a un total de 8.228 personas de 2 a 85 años de edad, y para el proceso se entrenaron a un grupo de enfermeras para realizar la medición y se dispuso de cuatro postas de medición que se organizaron según el tipo de medidas y el instrumento que se va a utilizar donde se colocaron los grupos de medición, en cada posta se colocó una enfermera que medía y otra que anotaba y rotaban para cambiar de tarea cada cierto tiempo, el proceso a seguir fue el siguiente:

A la entrada del local se colocaban algunas sillas o bancas donde los sujetos se sentaban y se despojaban de sus pertenencias y del exceso de ropa y calzado. A partir de este lugar, el piso se encontraba cubierto con papel, plástico o alfombra, para que no se ensuciaran los pies y evitar enfermedades respiratorias por el contacto con el frío.

Una vez que se pesaban, la anotadora entregaba la cédula y lo colocaba en la posición necesaria. La otra enfermera de la posta tomaba las medidas y dictaba los valores a la anotadora. Una vez terminadas las medidas de la primera posta, se le entregaba al sujeto su cédula y pasaba a la segunda posta; de esta manera, cuando el primer sujeto terminara la primera posta, iniciaba un segundo sujeto en la primera posta y así sucesivamente.

El recorrido de los sujetos por las postas finalizaba donde empezaron, se les proporcionaba sus pertenencias, se volvían a vestir y salían de la sala. (p.31, 32).

En este caso el proceso de medición ya se pueden observar que se dividen y se agrupan las medidas a ejecutar según el tipo de medidas y el instrumento a utilizar, para de esta manera organizar en las diferentes postas de medición, de tal manera el proceso fluya sin tropiezos.

Por último se menciona a la investigación de Colombia de Parámetros antropométricos para la población laboral colombiana ACOPLA 95, para iniciar el proceso de medición se dispuso en cada empresa una sala de 40m<sup>2</sup> y otros lugares cercanos que sirvan de anexos que sean de fácil acceso para las personas, alejados de las zonas más concurridas, que tenga privacidad para que no haya gente ajena que pueda irrumpir el proceso, en estas salas se estableció el laboratorio de antropometría donde se adecuaron las diferentes estaciones de trabajo como se detalla en (ACOPLA 95):

Estación 0: Identificación, orientación del proceso, entrega de ropa para la evaluación, control de los formularios.

Estación 1: Masa corporal y perímetros grandes y pequeños

Estación 2: Anchura de tronco y cabeza, larguras en posición sentado, del muslo, mano y pie

Estación 3: Alturas, alcances con y sin asimiento en posición sentado y parado

Estación 4: Anchuras de las extremidades y pliegues cutáneos

Zona control de calidad: Había lugar asignado, pero se rotaba por todos los sitios de trabajo. Se tenía sitio para equipos de reemplazo y apoyo.

Zona vestir: Lugar para cambiarse de ropa

Zona espera: Lugar de tránsito entre estaciones, identificación y vestir




Zona coordinación: Lugar de ubicación del coordinador de la empresa para facilitar el flujo de los trabajadores desde los puestos de trabajo al laboratorio de medición. (1995, p41, 42)

Con esta investigación se requirió de mayor espacio físico para establecer el laboratorio de antropometría, se puede ver que se limitaban al salón que se les designaba, por el motivo que no siempre las empresas contaban con un salón totalmente disponible para el grupo de medición.

Todos los casos que se han mencionado, han dado buenos resultados pero se puede mejorar con ayuda de diseño en los puestos de trabajo, postas de medición o estaciones como se han mencionado en cada uno de los casos, y para iniciar con un proceso de diseño se ha de recopilar información sobre los productos existentes y analizarlos para poder dar inicio a un nuevo producto que cumpla con las necesidades de una estación de medición antropométrica.

### 1.1.2. La realidad de procesos de medición antropométrica

Durante el periodo para la certificación con ISAK se pudo evidenciar la realidad de los procesos de medición antropométrica y la importancia de implementar una estación para este proceso como se indica a continuación

Concepto	Realidad de procesos de mediciones antropométricas en infantes	
Desarrollo		
Materialización		
Detalle		

Concepto

Desarrollo

Materialización

Detalle

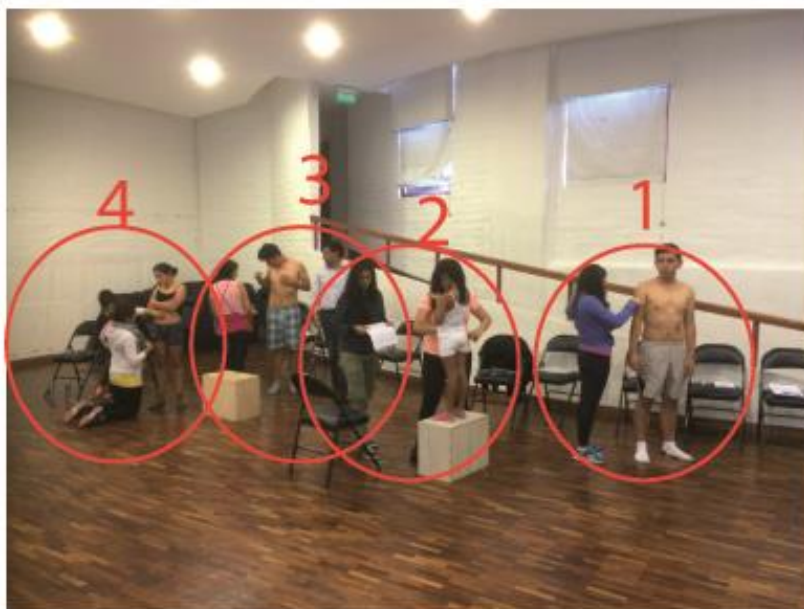


No hay privacidad como sugiere ISAK, los niños son susceptibles a burlas por parte de sus compañeros sienten vergüenza por mostrarse en público con ropa ligera necesaria para la medición antropométrica (véase 7.5.4)

Representación



## Realidad del proceso de medición para la certificación con ISAK



Se improvisaron las estaciones con sillas para la ubicación de las herramientas a cada grupo de medidores



Concepto

Desarrollo

Materialización

Detalle



Generó incomodidad por no tener un lugar específico para las herramientas y para el anotador, algunas herramientas como en el caso de un grupo la cinta antropométrica se destruyó por caer.



Cada grupo se fue turnando para ser el anotador y el medidor, el anotador no tuvo un lugar para establecerse y se utilizó tablas para notas y poder registrar los datos.



Representación





### 1.1.3. Estudio de la competencia “estado del arte”

En este punto se investiga sobre los productos existentes similares o que cumplan la misma función de valoración antropométrica, para recolectar información de su función, ventajas y desventajas, y así mejorar el producto que se va a diseñar.

Es importante mencionar que en el mercado es escasa la información de estaciones de medición antropométrica por la razón que no existen estaciones de medición o existen pocas, puesto a eso las tipologías expuestas a continuación son las que más se acercan al producto que se va a diseñar.

Tabla 7 Estado del arte


Estación de Análisis Antropométrico Biomecánico (EAAB)		
 <p>Fuente: 2012 Asiatech S.A. de C.V.</p>		<p><b>Descripción</b></p> <p>Son espacios de trabajo dedicados especialmente al estudio antropométrico y biomecánico del ser humano, enfocados en la aplicación de teorías, principios y métodos para adaptar espacios, tareas y herramientas a las características, capacidades y necesidades laborales humanas.</p>
Usos	Ventajas	Desventajas
Se utiliza para tomar medidas en diferentes posturas, medidas con ángulos corporales, identificación de ángulos corporales y análisis biomecánico	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Toma de medidas en el menor tiempo posible.</li> <li>• Poca manipulación de la herramientas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Producto muy costoso</li> <li>• Difícil traslado</li> <li>• Necesita un lugar fijo para ser utilizado.</li> </ul>

Tabla 8 Estado del arte



Bodescan		
 <p>Fuente: <a href="http://www.stt-systems.com/products/3d-scanning/bodescan/">http://www.stt-systems.com/products/3d-scanning/bodescan/</a></p>		<p>Descripción: Es una solución flexible y escalable basada en la utilización de una o varias unidades de escaneado. Las unidades de Bodeescan pueden operar por separado o de forma sincronizada entre sí. Las principales características del escáner son:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Escalabilidad,</li> <li>• Portabilidad,</li> <li>• Sencillez de instalación,</li> <li>• Facilidad de utilización,</li> <li>• Precisión y fidelidad de resultados,</li> <li>• Compatibilidad con ordenadores portátiles y de sobremesa.</li> </ul>
Usos	Ventajas	Desventajas
<p>El escáner tiene una utilización multipropósito, puesto que permite escanear:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Partes del cuerpo humano (con o sin prendas de ropa),</li> <li>• Cualquier tipo de objeto,</li> <li>• Moldes o negativos de objetos,</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Toma de medidas en el menor tiempo posible</li> <li>• Módulos fácil de instalar</li> <li>• No necesita herramientas</li> <li>• Poco personal de apoyo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Equipo muy costoso</li> <li>• Requiere mucho cuidado para su transportación</li> <li>• Requiere de un software especial.</li> </ul>

Tabla 9 Estado del arte

Size Stream Scanner		
 <p>Fuente: <a href="http://www.sizestream.com/products/">http://www.sizestream.com/products/</a></p>		<p>Descripción: Líder en la exploración corporal. Su escáner de cuerpo 3D escanea todo el cuerpo humano en menos de 6 segundos y produce un modelo de cuerpo en 3D a escala real dentro de los 30 segundos. Los usos de la del modelo del cuerpo 3D son ilimitadas, incluyendo</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Desarrollo de productos 3D, incluyendo ropa, asientos de automóviles y otras aplicaciones de equipos</li> <li>• Análisis de la forma del cuerpo humano</li> </ul>
Usos	Ventajas	Desventajas
Este sistema está pensado en el análisis del cuerpo humano con sus formas y los movimientos para diferentes acciones.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Menor tiempo en el escáner de cuerpo completo</li> <li>• Menor margen de error en los resultados de cada medida</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Equipo altamente costoso</li> <li>• Necesita de un lugar fijo para su uso</li> </ul>

Como se ha dicho al inicio de este apartado, no existen muchas estaciones de medición antropométrica y las que existen son estaciones fijas que necesitan de un espacio específico para establecerse y poder utilizar es decir no se pueden transportar a diferentes lugares para su uso o las que existen no son exclusivamente estaciones de medición sino son escáner 3D que también toman medidas antropométricas, y son muy costosas y delicadas por lo que resulta complicada su trasportación a diferentes lugares, esto puede ser un punto de ventaja para este proyecto ya que se amplía el campo de innovación, utilizando materiales que se puedan reciclar y a su vez se pueda empacar para enviar como paquete en cualquier medio de transporte según los requerimientos de DAPI-15

#### 1.1.4. Determinación de oportunidades de mejora

Se realiza un análisis de interfaces y sus componentes con interacciones con el fin de encontrar oportunidades de mejora en el SE y de ahí plantear una encuesta para el usuario y obtener los atributos del Equipamiento Transitorio para Estaciones de Medición Antropométrica in situ basadas en las respuestas obtenidas con dicha encuesta y con la aplicación del modelo de KANO para su clasificación.

Tabla 10 Oportunidades de mejora

Requisitos Funcionales	<ul style="list-style-type: none"><li>• Que se pueda empacar</li><li>• Que disponga de una superficie con bordes a su alrededor para las herramientas</li><li>• Que disponga de divisiones en el área de medición</li><li>• Que organice el proceso de medición</li></ul>
Requisitos de Calidad Demandada	<ul style="list-style-type: none"><li>• Que sea de rápido armado</li><li>• Que cualquier adulto pueda utilizar</li><li>• Que se vincule con los niños</li><li>• Que permita la interacción con el grupo de medición</li><li>• Que sea fácil de utilizar</li><li>• Que comunique a los evaluadores en el proceso de medición</li></ul>
Requisitos de Fiabilidad	<ul style="list-style-type: none"><li>• Que no exceda el límite de carga permisible</li><li>• Que se fabrique de material reciclable o reutilizable y que permita generar estructura</li><li>• Que se pueda utilizar en aulas sin ninguna adecuación previa</li></ul>

#### 1.1.5. Características del usuario

Tomando como modelo las Nuevas técnicas para el desarrollo de productos innovadores orientados al usuario del Instituto de Biomecánica de Valencia indica que esta información

es básica para el proceso de diseño centrado en el usuario, el perfil de usuario nos da información útil para poder diseñar un producto que se ajuste a las necesidades, limitaciones y preferencias del usuario, en cuanto al contexto de uso este nos ayuda a delimitar y condicionar el producto según el área o lugar donde se va a utilizar.

#### *1.1.4.1. Perfil de usuario*

Tabla 11 Características del usuario

Equipamiento transitorio para estaciones de medición antropométricas in situ	
	Evaluable
Edad	De 23 a 30 años
Sexo	Femenino y masculino
Nacionalidad	Ecuatoriana
Nivel educativo mínimo	Superior Universitario
Experiencia previa con productos similares	Experiencia con equipos especializados de laboratorios de antropometría o afines
Habilidad lectora/idioma	Español e inglés
Deficiencias	Ninguna discapacidad motriz ni visual
Ocupaciones	Profesionales en ciencias de la salud o afines, estudiantes y/o graduados
Habilidades especiales	Ninguna

#### *1.1.4.2. Contexto de uso*

Tabla 12 Características del usuario

¿Dónde se usa?	En Ecuador en las regiones Costa, Sierra y Amazonía, en las ciudades capitales de cada provincia
¿El uso es público o privado?	Su uso está dirigido exclusivamente para DAPI-15
¿Individual o colectivo?	De uso colectivo, está destinado a grupos de investigadores de DAPI-15

¿En zona urbanizada o rural?	Urbana
¿En algún lugar específico?	En escuelas fiscales y privadas
¿En el lugar puede haber una o varias personas?	Varios grupos de evaluadores (cuatro personas por grupo)
¿Interactúan con otras personas en caso de ser necesario?	No, se vería afectado el desarrollo del proceso

El perfil de usuario del equipamiento transitorio para estaciones de medición antropométrica, corresponde a persona hombre y mujer de 23 a 30 años que sea profesionales en áreas de la salud con experiencia en valoración antropométrica, el perfil de usuario requiere de características puntuales, deben tener un nivel de educación superior universitario de nacionalidad ecuatoriana con experiencia en manejo de equipo de antropometría con habilidad lectora en inglés y español sin ningún tipo de discapacidad.

Con respecto al contexto de uso, como se mencionó en el diagnóstico del presente documento, dicho equipamiento transitorio, se va a usar en Ecuador en la región Costa, Sierra y Amazonía en ciudades capitales de cada provincia, en escuelas fiscales y privadas, es de uso exclusivo para DAPI-15, y será utilizado por varios grupos de evaluadores, cada grupo consta de tres personas (evaluador, anotador y ayudante), no se permite la interacción con personas ajenas al grupo de investigación porque se vería afectado el desarrollo del proceso de medición

#### 1.1.6. Brief del cliente

LEVANTAMIENTO DE LAS DIMENSIONES ANTROPOMÉTRICAS DE LA POBLACIÓN INFANTIL ECUATORIANA.

**Acrónimo:** DAPI-15

**Tipo de la investigación:** Aplicada

**Director del proyecto:** Urueña Téllez, Willian Fredys

**Asunto:** Brief para el desarrollo de las estaciones de trabajo para el levantamiento de la información.

### 1.- Perfil de la Empresa.-

Nombre de la Empresa: PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE ECUADOR  
Carrera de Diseño.

Misión de la carrera de diseño: La Carrera de Diseño es un espacio académico cuya misión es, mediante la Pedagogía Ignaciana, formar Diseñadores Profesionales con competencias para el desarrollo de soluciones técnicas, interdisciplinarias y sostenibles. Es también un espacio de servicio a la sociedad mediante la investigación y el vínculo con las distintas instituciones y organizaciones promoviendo permanentemente al Diseño y su contribución en el Desarrollo Social.

Lema de la carrera de diseño: Diseño sostenible con vocación social

Misión de la carrera de diseño

Para fines del 2018, consolidar nuestro liderazgo en la formación de Diseñadores Profesionales, con valores Ignacianos y alta capacidad para la innovación, que impulsen la inserción del Diseño en la sociedad ecuatoriana como factor de desarrollo. Ser reconocidos por los proyectos de investigación y vínculo realizados por nuestros docentes, estudiantes y graduados con los distintos sectores de la sociedad.

Se dedica a la formación de diseñadores gráficos y de productos

Tiene 20 años de fundada

Está en categoría B para el estado ecuatoriano y primera en el ranking latinoamericano entre las universidades ecuatorianas.

La conforman aproximadamente 300 personas entre estudiantes profesores y administrativos.

Se ubica en la Av. 12 de Octubre y Roca edificio FADA.

Sus pares son las universidades que imparten diseño en el Ecuador.

## **2.- Objetivo del Proyecto de investigación que apoya la estudiante con su TFC.**

Como objetivo general DAPI-15 tiene el siguiente: “Determinar las características antropométricas de la población infantil del Ecuador”.

## **3.- Target de la Empresa.**

El diseño de las estaciones va dirigido a los medidores evaluadores entre 18 y 30 años y a los niños que van a ser medidos de 5 a 17 años.

## **4.- Presupuesto estimado**

300000 usd y se estima realizar en 2 años.

Con una inversión de 100000.00 usd aprox.

## **5.- Materiales**

## 6.- Requerimientos

### 6.1. Área de intervención y transporte:

Las estaciones de medición portátiles y el grupo de medidores serán enviados a diferentes ciudades del país para realizar la medición antropométrica como se muestra en el documento del área de estadística para el proyecto DAPI-15 realizado por Diego Egas Varea

De tal manera el proceso de medición antropométrica dará inicio simultáneamente en distintos lugares para poder cumplir con el tamaño de la muestra que es un total de 3500 niños de diferentes grupos étnicos afro-ecuatorianos, indígenas de la sierra y de la amazonia, montubios y mestizos de acuerdo al siguiente detalle:

- 1000 niños/as indígenas de la sierra central Provincias de Chimborazo y Bolívar
- 225 niños/as indígenas del norte: Provincia de Imbabura
- 500 niños/as indígenas amazónicos: Provincias de Orellana, Pastaza, Morona Santiago.
- 500 niños/as montubios: Provincia de Los Ríos y Santa Elena
- 225 niños/as afro-ecuatorianos: Provincia de Esmeraldas
- 1000 niños/as mestizos: Provincia de Pichincha

Con estos datos es importante respetar el requerimiento de DAPI-15 en cuanto al material impuesto para realizar dichas estaciones portátiles que es el cartón corrugado por la razón que sería muy costoso y generaría inconvenientes en su traslado de ida y retorno de ser de un material duradero y por su corta vida de uso ya que se usará únicamente para de proceso de medición como se evidencia en los datos anteriores, se realizará en el mismo momento en diferentes lugares para cumplir con el tamaño de muestra.

En cuanto al transporte deberá enviarse por cualquier medio sea terrestre o aéreo de esto se encargará el Ministerio de Educación como uno de los colaboradores de DAPI-15, se debe tomar en cuenta como base el tamaño de un cajón de camión de carga para garantizar que el tamaño del equipamiento no sobrepase la capacidad de carga como se detalla en el siguiente sitio web

### 6.2. Elementos de concepto de diseño sugerido:

Se debe desarrollar un sistema de divisiones para ser usado por una vez varios días en un mismo lugar o aula escolar en cualquier lugar del Ecuador para ordenar el proceso y el espacio de mediciones en el sitio de la toma. Debe posibilitar la intimidad mínima en cada área donde se situará el grupo de evaluadores. La cantidad de personas es de tres para el uso directo distribuidos así: un evaluador, un anotador y un auxiliar: Debe permitir trabajo con



habla en voz alta. Debe tener un amplio espacio de trabajo de manera que el evaluador pueda rotar alrededor del niño, el equipamiento deberá contar con superficies de trabajo donde se puedan ubicar todas las herramientas necesarias para la medición y para el computador u hoja de registro para el anotador. No debe requerir de mucho tiempo en el armado y desarmado: debe pesar como máximo 25kg. Fabricado en materiales desechables y que se puedan reciclar o reutilizar, por esto debe ser fabricado en cartón corrugado con la factibilidad de ser fabricado en el Ecuador. Se debe diseñar con empaque y embalaje para ser enviado por encomienda por cualquier medio de transporte. Su apariencia estética debe ser de tipo industrial conjugada con laboratorio con calidez para los usuarios.

#### 1.1.7. Sistema ergonómico del equipamiento transitorio para estaciones de medición antropométrica

En este proyecto existen dos procesos que se complementan, el Sistema Ergonómico del montaje del equipamiento transitorio para estaciones de medición antropométrica y el SE en la estación de medición antropométrica, es decir cuando ya esté establecida la estación de medición con sus diferentes áreas y puntos de toma de medidas.

Una vez conocido el concepto de ergonomía, su enfoque sistémico, los elementos de un Sistema Ergonómico y los diferentes niveles de interacción dentro del un SE, como se explicó en el marco teórico podemos ya hacer una relación directa con la disposición (armado) de la estación de medición, por tanto este SE es de tipo 2 como se detalla en el siguiente gráfico.



Ilustración 13 SE Equipamiento transitorio para estaciones de medición antropométrica

Existen seis interfaces entre sus elementos y se los ha detectado por medio del tipo de ergonomía que se aplica en cada una, de manera que se obtiene la siguiente tabla donde se detalla el tipo de interfaz y una descripción de dicha interacción, es pertinente volver a mencionar que la interfaz es el campo donde se establece la interacción entre los elementos de un SE

Tabla 13 Análisis de interfaces en el SE del equipamiento

	Tipo de interacción	Descripción
A	Percepción visual	Análisis del área asignada donde se ha de usar el equipamiento transitorio para estaciones de medición antropométrica
	Razonamiento	Identificación del área y coordinación de la misma
	Medio ambiente	Se genera temperatura corporal en el espacio físico

B	Medio ambiente	Lugar limpio, amplio e iluminado para el confort del usuario
C	Peso	Bajo el límite permisible de carga
	Postura corporal	Dimensiones antropométricas funcionales acorde al usuario
	Percepción visual	Comunicación del objeto al hombre.
D	Postura corporal	Antropometría funcional para el montaje de la estación de medición
	Intensidad y duración de la actividad	El equipamiento transitorio para estaciones de medición antropométrica se establecerá en un rango de tiempo corto y es un actividad de intensidad moderada.
	Percepción visual	Mediante displays de comunicación para establecer referencias de como se arma la estación
	Percepción táctil	Mediante la manipulación de todos los elementos o partes del equipamiento
	Razonamiento	Mediante la identificación e interpretación por medio de las percepciones de montage generando memoria de trabajo
	Motricidad	Se ha generado memoria de trabajo con la percepción y el razonamiento y sé de inicio a la acción de montaje por medio de la motricidad y movimientos corporales generando memoria a largo plazo.
E	Ambiente físico	Desde el punto de vista del espacio físico en relación con el equipamiento genera un ambiente de trabajo amplio apropiado para el montaje de la estación de medición
F	Disposición espacial	El equipamiento organiza el espacio asignado
	Rutina y procedimiento de trabajo	El equipamiento organiza una rutina dividiendo el espacio en áreas para que se cumpla un proceso

En cuanto al SE en la estación de medición antropométrica es de tipo 6 es decir es la unión de varios SE formado un multisistema y se conforma por tres SE siendo cada área de la estación un SE independiente de tipo 3 donde interactúan varios seres humanos (véase perfil de usuario) con varias herramientas en un espacio físico.

Con esta explicación se puede pasar al diagrama general del SE de la estación de medición antropométrica conformada tres SE tipo 3, se va a detallar área por área con los elementos de cada sistema y una breve descripción de sus interfaces en términos generales.



Ilustración 14 SE general en la estación de medición

Se puede apreciar la interacción simultánea en la estación de medición antropométrica una vez ya establecida, como se mencionó en el párrafo anterior cada área está destinada para tomar un grupo de medidas y tienen su propio SE que en conjunto se forma un multisistema, durante el proceso de medición antropométrica

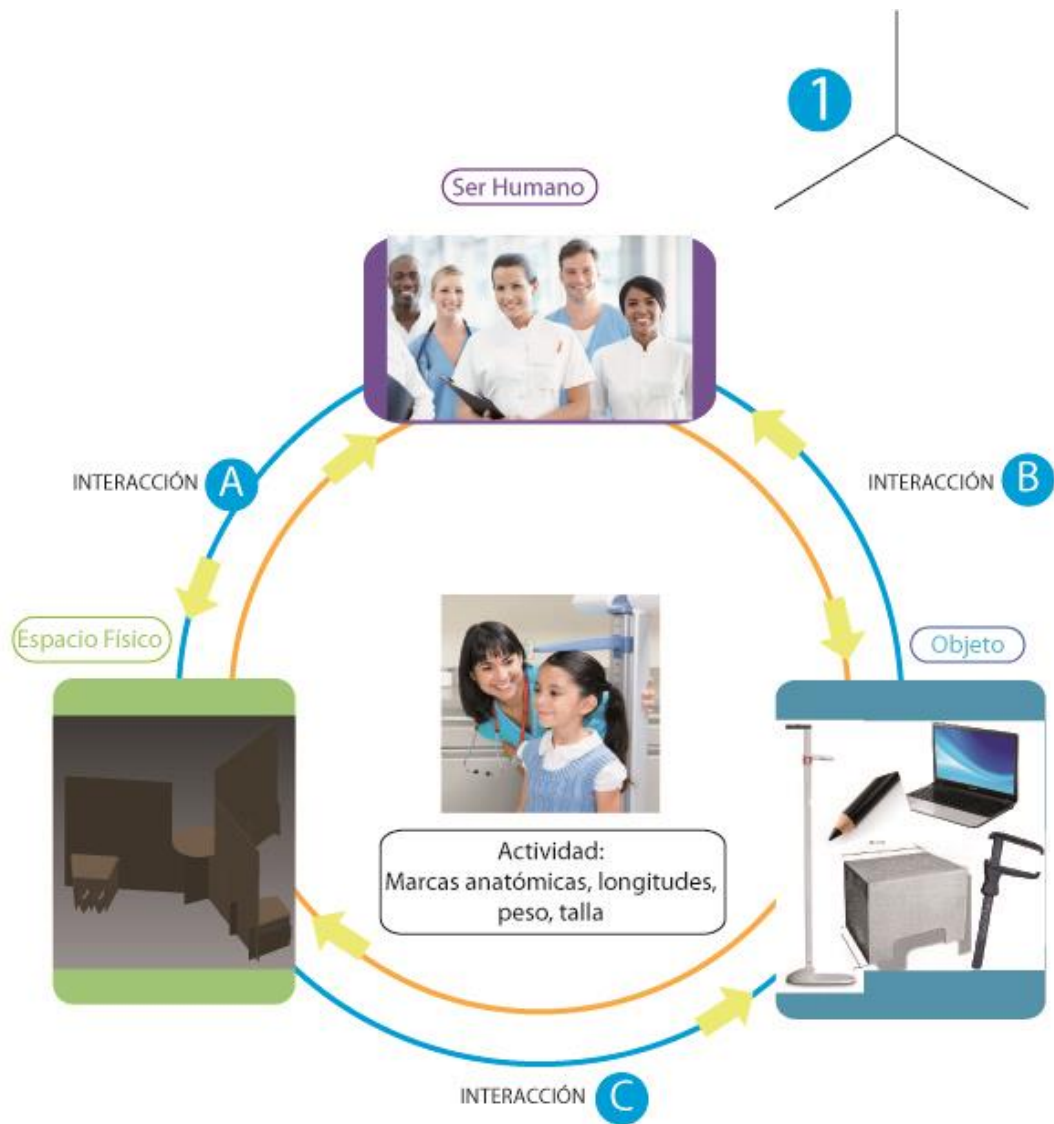


Ilustración 15 SE del grupo 1

Los elementos del sistema ergonómico del área 1 son:

Ser Humano: Equipo de evaluadores

Objeto o máquina: Tallimetro, báscula, antropómetro, banco antropométrico, laptop, lápiz delineador para marcar puntos anatómicos.

Espacio físico: Área 1 de la estación de medición antropométrica



Ilustración 16 SE del grupo 2

Los elementos del sistema ergonómico del área 2 son:

Ser Humano: Equipo de evaluadores

Objeto o máquina: Cinta antropométrica, laptop, banco antropométrico

Espacio físico: Área 2 de la estación de medición antropométrica

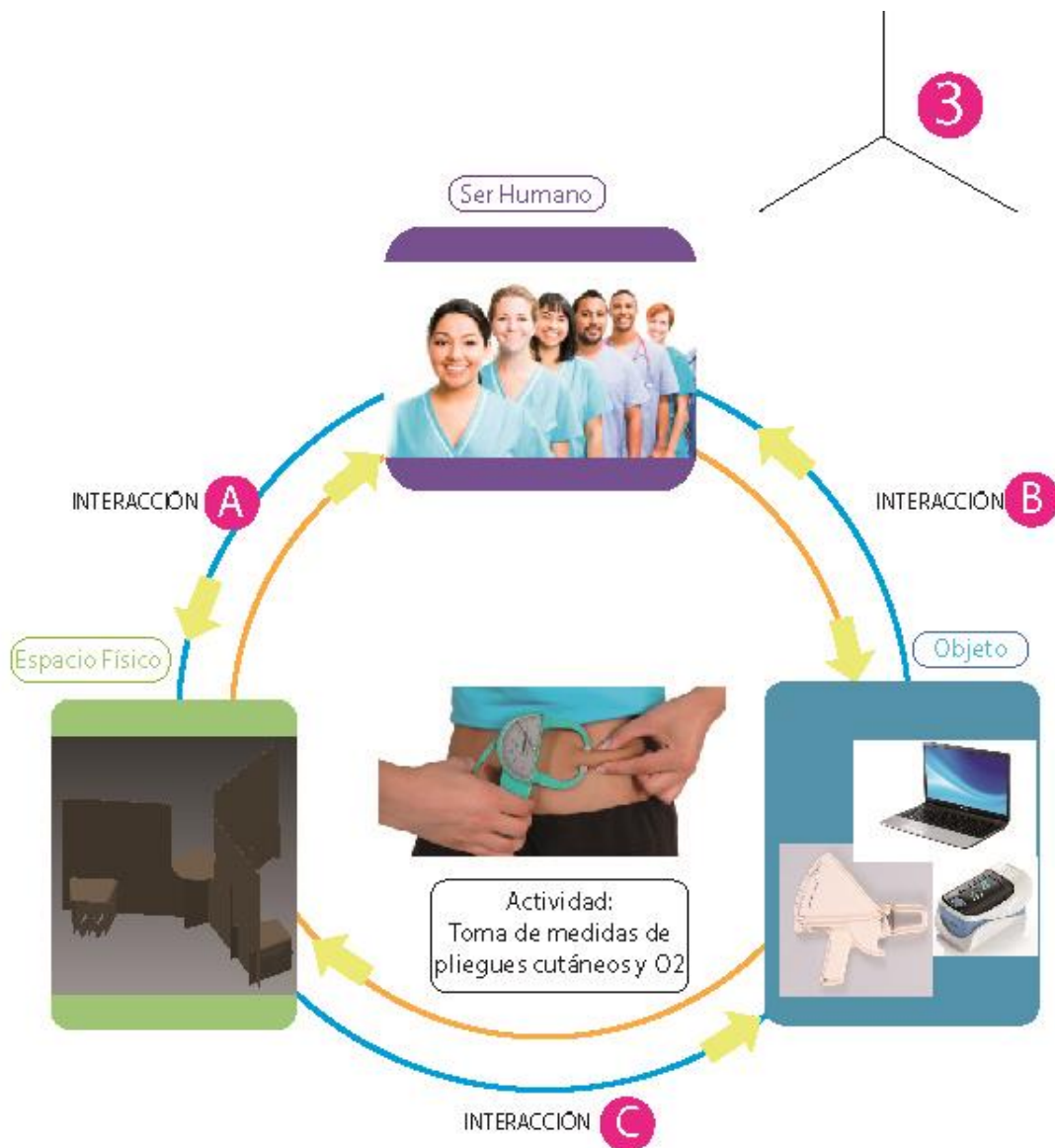


Ilustración 17 SE del grupo 3

Los elementos del sistema ergonómico del área 3 son:

Ser Humano: Equipo de evaluadores

Objeto o máquina: Calibrador de pliegues cutáneos, medidor de saturación de oxígeno, laptop, banco antropométrico

Espacio físico: Área 3 de la estación de medición antropométrica

Interfaces existentes:

Tabla 14 Análisis de interfaces en el SE de la estación de medición

	Tipos de interacción	Descripción
--	----------------------	-------------

A	Interfaz visual	Se presenta con la interacción del hombre con el espacio físico porque existen elementos de información en el área.
	Interfaz cinestésica	Se presenta porque el espacio físico es amplio y permite el movimiento corporal en el proceso de medición
	Interfaz táctil	Está presente porque requiere ser manipulado
	Interfaz ambiental	Por el calor corporal que desprende cada individuo
B	Interfaz táctil	Por la razón que las herramientas deben ser manipuladas para su uso
	Interfaz visual	Está presente cuando el evaluador mira el valor resultante de las medidas
	Interfaz cinestésica	La encontramos al momento que el evaluador adquiere una postura para poder tomar una medida en el cuerpo humano
	Interfaz auditiva	Se presenta cuando el evaluador dicta el valor resultante de la medición al anotador
C	Interfaz visual	Está presente por el motivo que existe un lugar específico en el espacio donde se puede percibir la ubicación de las herramientas.

Se puede decir que las interfaces se repiten en cada sistema pero hay que tener en mente, como se observa en el centro de cada SE que la acción que se va a desempeñar en cada área es de medición antropométrica, por tal razón es lógico que las interfaces se repitan, ya que lo que cambia en cada área son las herramientas que se han de utilizar para cada el grupo de medidas a ejecutar.

#### 1.1.8. Factores de adecuación ergonómica

En este punto se toma como necesidades del usuario a los factores de adecuación ergonómica, en la actualidad existen máquinas especializadas en la toma de medidas



antropométricas, pero gran parte de estas son muy costosas o requieren de un espacio estable para su instalación y utilización como se puede observar en el análisis tipológico, de tal manera que no pueden ser utilizadas para el fin propuesto en el proyecto de investigación DAPI-15, por tanto se evidencia la necesidad de insertar factores de adecuación ergonómica (ver definición en marco teórico) en el SE del equipamiento transitorio para estaciones de medición antropométrica que permita la toma de medidas de manera convencional, es decir de manera manual con los instrumentos necesarios sin la necesidad de implementar equipos sofisticados que permita un coherente desarrollo del proceso de medición antropométrica, de tal manera que se han podido detectar los FAE<sup>5</sup> detalladas de esta manera.

Tabla 15 Factores de adecuación ergonómica

Factores de aprehensión	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Implantar en el menor tiempo posible</li> <li>• Una o dos personas como máximo para implantar</li> <li>• Rápido aprendizaje de su uso</li> </ul>
Factores de bienestar	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Límite de carga permisible</li> <li>• Material reciclable o reutilizable</li> <li>• De uso en aulas cerradas, sin la necesidad de adecuaciones previas</li> <li>• Altura de los ojos en posición de pie, la altura nudillo suelo 95 percentil femenino</li> <li>• Área suficiente para el movimiento de los evaluadores</li> </ul>
Factores de Usabilidad	<ul style="list-style-type: none"> <li>• De fácil utilización</li> <li>• Que sea prescindible</li> <li>• Puede usar cualquier persona adulta</li> <li>• Cumpla con el objetivo de organizar el proceso de medición antropométrica</li> <li>• Estaciones de medición itinerante que se pueda empacar</li> </ul>
Factores socioculturales	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vincular al grupo de investigación con los niños.</li> </ul>

<sup>5</sup> Factores de adecuación ergonómica.

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Que comunique al grupo de evaluadores</li> <li>• Interactúa con cada miembro del equipo en el proceso de medición</li> </ul>
Factores de mantenimiento	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Herramientas en buen estado sin que se caigan o se pierdan las piezas</li> <li>• Que dure el tiempo necesario, hasta terminar el proceso de medición con cada individuo</li> </ul>

### 1.1.9. Lista de requisitos

Con la detección de oportunidades de mejora y ya establecidos los FAE se puede extraer la lista de determinantes y requerimientos para el equipamiento transitorio para estaciones de medición antropométrica.

Tabla 16 Requisitos

Determinantes	Requerimientos
<p>Determinantes relacionadas con el proceso de medición:</p> <p>Organizar el desarrollo del proceso de medición antropométrica de manera que tenga un flujo continuo y cada área ejerza simultáneamente</p>	<p>La estación de medición deberá contar con la distribución de áreas suficientes para el grupo de medidas estimadas</p> <p>En cada puesto de trabajo se ubicarán, un evaluador, un auxiliar, un anotador y un niño o niña.</p> <p>Se debe considerar el tiempo estimado que cada área de medición requiere para terminar con el grupo de medidas asignada</p>
<p>Determinantes relacionadas con el tiempo:</p> <p>El tiempo estimado que toma en ejecutar el proceso completo de medición según Castelucci y el curso dictado por ISAK es de 40 minutos por niño</p>	<p>Se debe tomar en cuenta el tiempo que se tarda el evaluador en realizar cada medida para según eso organizar los puestos de trabajo y las medidas a ejecutar en los mismos</p>

<p>Determinantes relacionadas con el usuario:</p> <p>Se establece según las características del usuario</p>	<p>Su uso es exclusivo el grupo de evaluadores de DAPI-15 ecuatorianos profesionales de la salud de entre 20 a 30 años de edad con experiencia en antropometría.</p>
<p>Determinantes relacionadas con la dinámica del cuerpo humano y antropometría en la estación de medición:</p> <p>De acuerdo con las consideraciones que ISAK y el Klgo. Héctor Castelucci supieron expresar se debe tener en cuenta el espacio personal de cada individuo ya que la persona puede sentirse incómoda o amenazada si no se respeta dicho espacio</p>	<p>Cada área de medición debe tener un amplio espacio de trabajo de manera que el evaluador pueda rotar alrededor del niño, de tal manera que pueda tomar las medidas de costado o por detrás.</p>
<p>Determinantes relacionadas con comunicación</p> <p>ISAK mencionó que es importante tener un elemento de ayuda para recordar puntos importantes en el proceso de medición</p>	<p>Las paredes de cada área deben tener información útil como guía y apoyo para el evaluador</p>
<p>Determinante relacionada con la intensidad y duración del montaje del equipamiento transitorio para la estación de medición:</p> <p>El objetivo de hacer uso de un equipamiento para la estación de medición es dar inicio al proceso de medición de inmediato, según Castelucci lo más importante es la organización de cada área y la mesa para los instrumentos de medición.</p>	<p>El equipamiento transitorio para estaciones de medición antropométrica se establecerá en un rango de tiempo corto, y se conformará con pocos elementos de simple armado siendo así una actividad de intensidad moderada.</p>

<p>Determinantes relacionadas con transporte y empaque:</p> <p>Como uno de los objetivos de DAPI-15 está el desarrollo de estaciones de medición portátiles para ser enviara como paquete por cualquier medio de transporte</p>	<p>El equipamiento transitorio para estaciones de medición antropométrica se debe empaçar.</p> <p>Se debe considerar mecanismos de pliegue y de ensamble</p> <p>Según la norma ISO 11228-1 el máximo límite permitido de carga es de 25kg por persona</p>
<p>Determinantes relacionadas con material:</p> <p>DAPI-15 estima necesario el uso de cartón corrugado ya que una vez terminado el proceso de medición se desecha o queda a disposición de la escuela donde se realizó el proceso</p>	<p>Se debe considerar cartón corrugado doble en áreas de mayor importancia estructural y de soporte.</p>
<p>Determinantes relacionadas con herramientas de medición:</p> <p>Las herramientas deben estar correctamente ubicadas sin peligro de rodar y caer, esto se pudo detectar en la jornada de capacitación con Klgo. Héctor Castelucci</p>	<p>La mesa de instrumentos debe tener un borde a su alrededor</p> <p>Se debe tomar en cuenta un área conjunta donde se puedan ubicar todas las herramientas necesarias para la medición</p>
<p>Determinantes relacionadas con las áreas de medición</p> <p>ISAK considera importante que la medición debe hacerse separado en un espacio reservado donde haya privacidad en especial cuando se trata de niños, respetando el espacio personal de cada individuo.</p>	<p>Se debe considerar la altura de los ojos en posición de pie en 95 percentil femenina para la altura de los divisores de áreas, para generar privacidad.</p>

<p>Determinantes relacionadas con la forma:</p> <p>La estación de medición debe mantener coherencia formal en cada uno de sus elementos</p>	<p>Se tomará en cuenta elementos formales geométricos para formar una sola unidad visual.</p>
---	---

Es importante recalcar que toda la información recopilada desde el inicio de este documento se centra en esta tabla, de manera que se convierte en información netamente aplicable, para con esto continuar con el proceso y dar inicio al diseño de concepto.

## CAPÍTULO II Diseño de concepto

Esta fase parte de la información obtenida en los puntos anteriores y establece la dirección del diseño de manera que se concreta la configuración e implementa las características y prestaciones para generar diferentes conceptos, a partir de toda la información disponible y la creatividad de la diseñadora.

### 2.1. Análisis de funciones positivas y negativas

Bajo la metodología del IBV el cual está basado este proyecto, plantea la aplicación de la herramienta TRIZ para formular el problema mediante el análisis de las relaciones existentes entre funciones que se asocian al uso del producto o su funcionamiento, donde se considera las funciones útiles y también las perjudiciales, obteniendo al final un diagrama de flujo que sirve para reforzar las oportunidades de mejora.

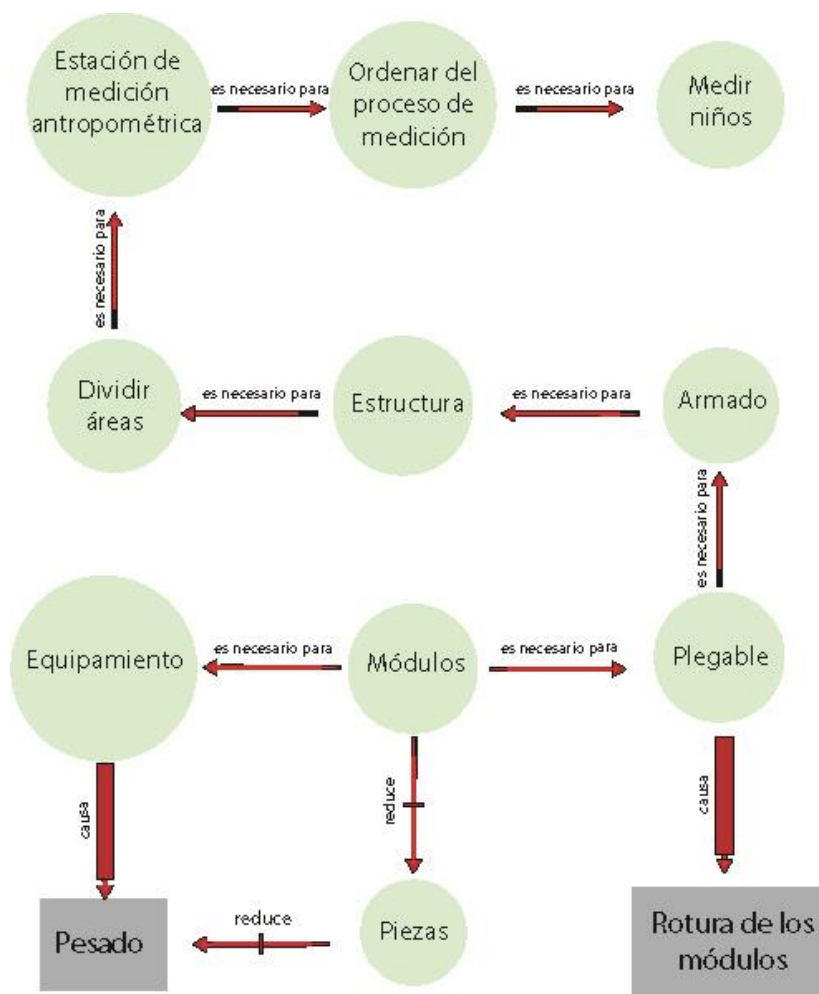


Ilustración 18 Esquema de funciones positivas y negativas

Con este diagrama se puede sacar a flote un listado con las posibilidades de mejora:

- 1 (a). Encontrar la manera de reducir el número de piezas para disminuir el peso del equipamiento transitorio para estaciones de medición antropométrica.
- 2 (a). Resolver la contradicción que permita plegarse sin que se genere rotura en el módulo.
- 3 (a). Encontrar la forma de aprovechar los pliegues para poder armar los módulos.
- 4 (a). Encontrar la forma de mejorar el armado de los módulos de manera que generen estructuras.
- 5 (a). Encontrar la forma de aprovechar la estructura para dividir las áreas.
- 6 (a). Encontrar la forma de aprovechar las áreas para ordenar el proceso de medición.
- 7 (a). Encontrar la manera de aprovechar el orden de medición para medir niños lo más rápido posible.

En este listado, el grupo que está dentro del literal (a) que es una función perjudicial, las mejoras pueden ir en busca de eliminar, reducir o prevenir el efecto perjudicial, en cuanto el resto (a) son funciones útiles que buscan una forma alternativa para conseguir el mismo efecto, y con esto se puede identificar la contradicción a resolver.

## 2.2. Búsqueda de soluciones de concepto

Una vez identificada la contradicción se puede resolver con los parámetros para la definición de contradicciones técnicas que se plantea dentro de la herramienta de TRIZ. La contradicción es este caso es mejorar la resistencia (parámetro 14) de los módulos para que se puedan plegar (7 volumen de una parte móvil) pero que no generen rotura de los mismos módulos.

Pero con esto, da cuenta que al mejorar la resistencia de los módulos mediante el aumento de volumen no ayuda a generar pliegues y esto no ayuda a que se puedan empacar los módulos y demás piezas, de tal manera que no se puede resolver con parámetros de contradicción técnica, sino con principios de separación, el principio de separación en el tiempo es el indicado para aplicar en este caso, por la razón que debe satisfacer esta condición contradictoria que es el uso de pliegues en los módulos, se trata de establecer un proceso de funcionamiento de manera que la operación en conflicto que es el plegado tenga efectos en el tiempo cuando ya no se haga uso de los módulos.

Con este análisis y con la resolución de la contradicción identificada se puede plantear alternativas de conceptos, mediante la agrupación de información de la investigación recopilada en todo este documento, para convertir en datos directamente aplicables.

2.3. Generación de ideas



Ilustración 19 Generación de ideas

2.4. Alternativas de concepto de diseño

Para dar inicio a las alternativas de concepto se ha realizado un análisis de los posibles materiales como se indica en la siguiente tabla.



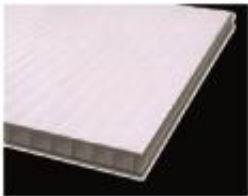

Material	Tableros MDP	PVC	Cartón
Imagen			
Peso	(2.15 x 2.44 mts 4mm espesor) 16kg	5.80 kg/m <sup>2</sup>	Aprox 250g/m <sup>2</sup>
Capacidad de estructura	Se genera estructura con la ayuda de mecanismos de ensamble	Se puede estructurar con la ayuda de mecanismos y soportes	Se puede estructurar mediante dobleces y ensambles
Maleabilidad	No se puede moldear	No se puede manipular, no es moldeable	Es un material de fácil manipulación
Costo	(planchas de 2.44 x 2.44) 60\$	Económico	7-11\$ depende del tipo de cartón
Amigable con el ambiente	Reciclables	Reciclable	100% reciclable

Ilustración 20 Análisis de materiales, basado en Christopher Jones

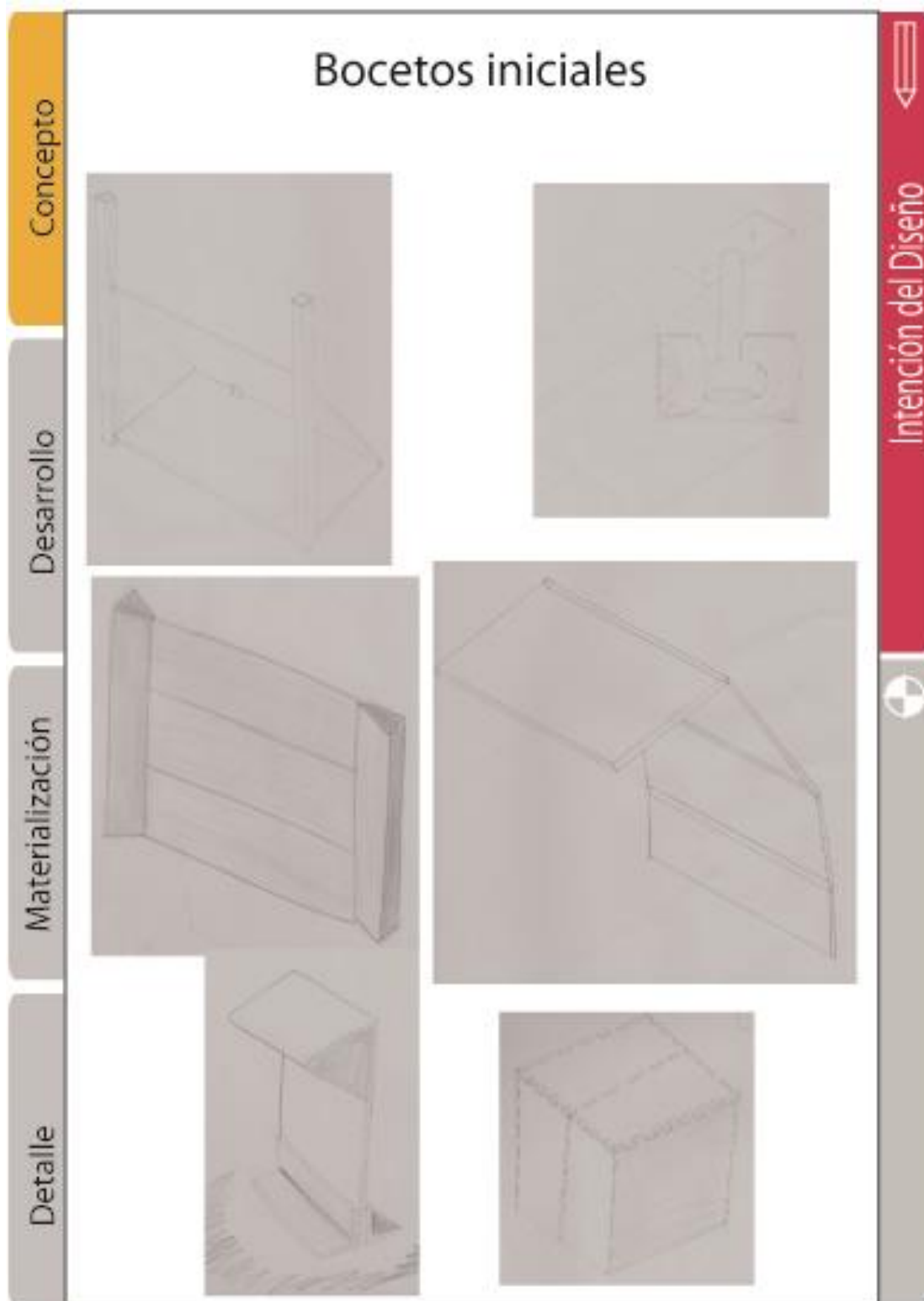
#### 2.4.1. Alternativa de concepto 1

El equipamiento transitorio para estaciones de medición antropométrica es de uso exclusivo de DAPI-15 y su grupo de evaluadores con las características requeridas, uno de los objetivos es ordenar el proceso de medición y para lograr esto es necesario la división del espacio con un sistema para separar cada área y así adecuar los puntos de toma de medidas, con altura suficiente para independizar las áreas donde se ubicarán los grupos de evaluadores compuesto por tres miembros un evaluador quien se encarga de medir a los niños, un anotador que llevará el registro de datos de las medidas y un auxiliar que servirá de apoyo en el proceso de medición con las herramientas y la posición corporal de los niños, debe tener un espacio de trabajo que permita el libre movimiento para tomar las medidas, cada área debe tener una mesa instrumental para las herramientas necesarias de medición, la mesa debe ser amplia y al alcance del evaluador.

El equipamiento se deberá empacar tomando en cuenta su peso, y para eso se ha planteado el uso de PVC por ser ligero (5.80kg/m<sup>2</sup>) y por ser un material reciclable, dicho empaque será pensado de manera que se pueda enviar por cualquier medio de transporte al lugar

destinado y poder volver a usarse en el siguiente proceso de medición pasando por tres destinos para así aprovechar y prolongar su vida útil.

Una vez establecida la estación ayudará al proceso de medición recorriendo cada área de la estación de manera fluida, terminando el proceso dentro del tiempo estimado en el mismo punto donde inició.

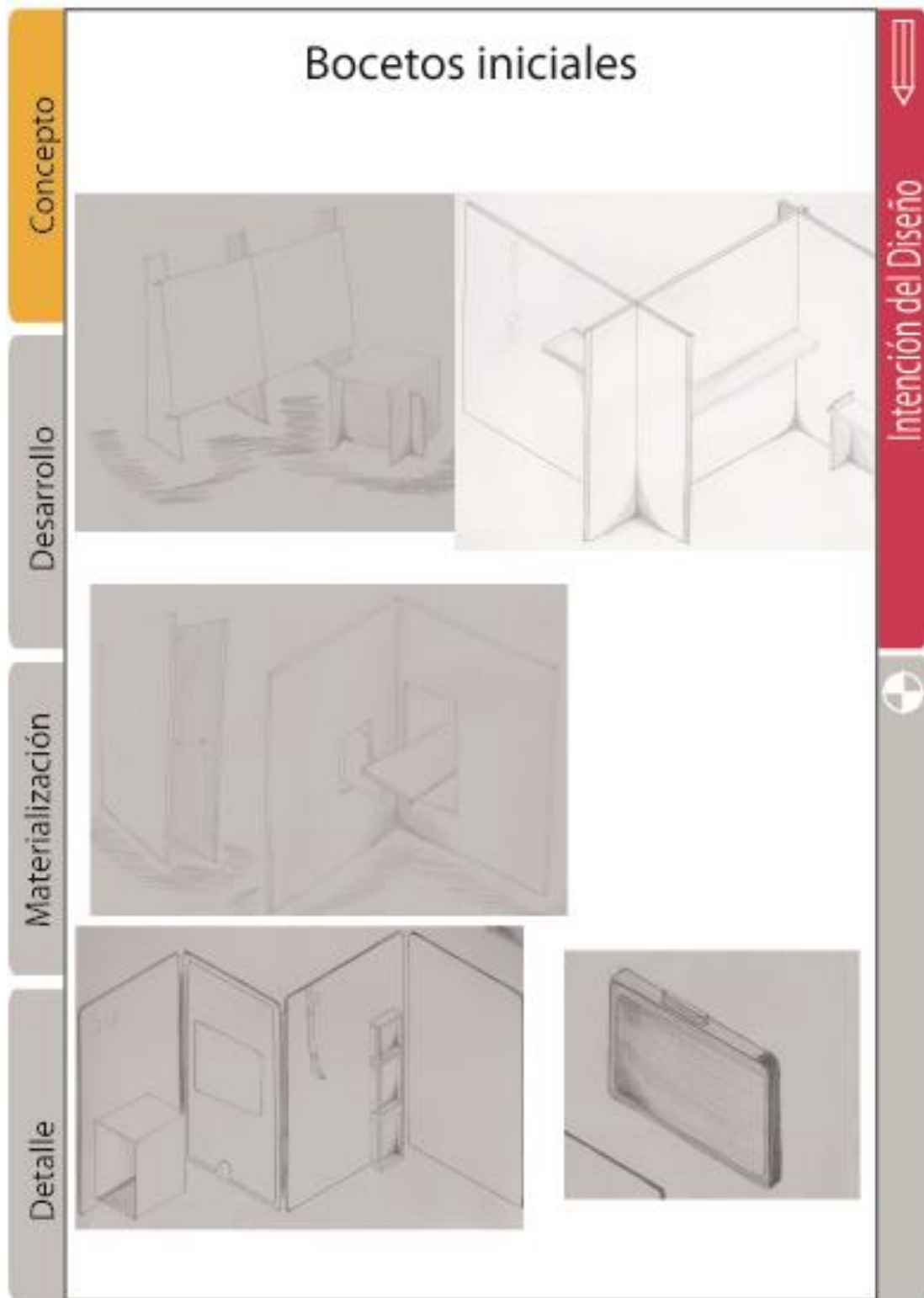


#### 2.4.2. Alternativa de concepto 2

DAPI-15 requiere equipamientos para estaciones de medición antropométrica para su grupo de evaluadores con las características ya establecidas dicho equipamiento será de uso exclusivo para el mismo, y uno de sus objetivos es la organización del proceso de medición mediante la creación de áreas para la toma de medidas, para lograr esto es importante el uso de un sistema de división del espacio con la altura necesaria para generar intimidad en las áreas y así ubicar los grupos de medición en los puntos de toma de medidas conformado por tres miembros: un evaluador quien se encarga de tomar las medidas de los niños, un auxiliar que servirá de apoyo para el evaluador con el alcance de las herramientas y observando la correcta posición corporal de los niños y un anotador quien llevará el registro de datos de las medidas, deberá contar con una mesa instrumental conjunta donde se ubicarán todo tipo de herramientas necesarias para el proceso de medición, dicha mesa debe ser apta para el cuidado de las herramientas, también se contará con un escritorio para el anotador.

Este equipamiento de apoyo deberá establecerse en el menor tiempo posible y se deberá tomar en cuenta mecanismos que ayuden con este propósito y también que permita su empaque, el material que se ha tomado en cuenta es el cartón corrugado por ser un material con características estructurales, fácil de desechar o reciclable y por ser un material muy ligero, facilitando su envío por encomienda por cualquier medio de transporte y así poder usarse al mismo tiempo en diferentes destinos, ahorrando gastos de envío y de retorno.

Ya establecida la estación, apoyará con el cumplimiento de la rutina de medición antropométrica recorriendo todas las áreas de la estación en el tiempo límite estimado apoyándose con la información gráfica pertinente en cada área para los evaluadores de manera que el proceso de medición tenga un flujo continuo.



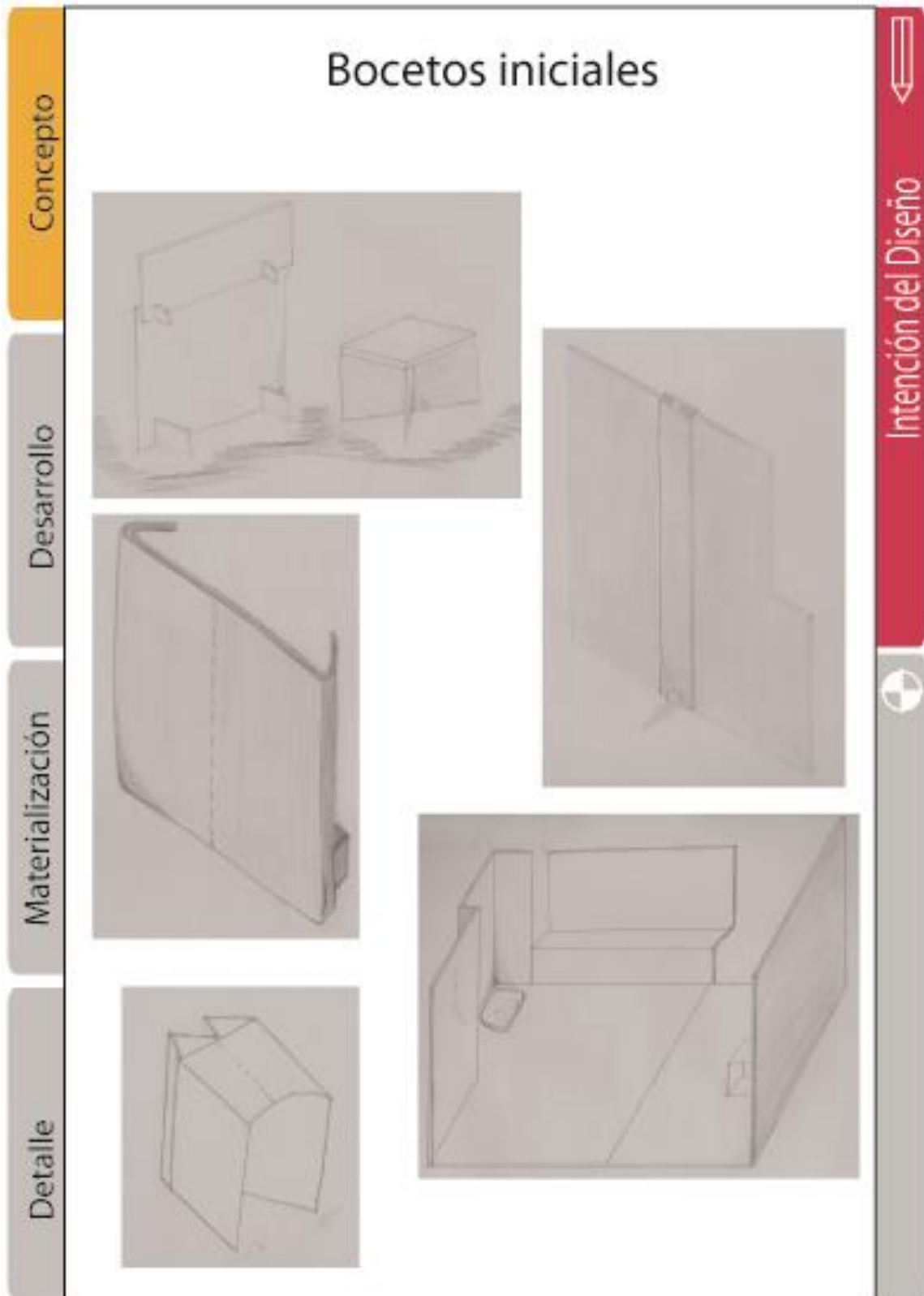
#### 2.4.3. Alternativa de concepto 3

El equipamiento para estaciones de medición antropométricas se usará únicamente para el proceso de medición de DAPI-15 y sus grupos de evaluadores con características ya establecidas, profesionales en áreas de salud o afines con conocimientos en antropometría, teniendo como uno de sus objetivos ordenar el proceso de medición, es importante la división del espacio para formar las diferentes áreas de la estación y establecer los puntos de toma de

medidas, en cada área deberá ubicarse un grupo de evaluadores compuesto por un evaluador quien tomará las medidas a los niños, un auxiliar que servirá de apoyo para el evaluador con las herramientas y velando por la correcta posición corporal de los niños y un anotador que llevará el registro de datos de las medidas, cada área deberá permitir movimiento fluido en el área de medición y contará con una mesa instrumental conjunta para la ubicación de las herramientas de medición y también contará con un escritorio para el anotador como elemento individual.

El equipamiento para estaciones de medición se establecerá en corto tiempo y se debe considerar mecanismos que permitan un armado rápido, y tomando en cuenta que se debe empacar se ha considerado tableros MDP por ser un material reciclable, por su característica estructural y por ser un material liviano (16kg), ideal para su transporte por cualquier servicio de encomienda, y a la vez se podrá usar varias veces pasando por diferentes destinos.

Ya instaurada la estación servirá de apoyo para el proceso de medición, cumpliendo con la rutina ya establecida de manera que con la ayuda de elementos gráficos guías y de apoyo para los evaluadores fluya el proceso sin interrupción.



## 2.5. Evaluación de las alternativas de concepto

Una vez planteadas las alternativas de concepto se puede realizar un análisis de jerarquía SAATY para elegir la alternativa con mayor potencial, dando como resultado lo siguiente

Tabla 17 Puntuación de alternativas de concepto

	Importancia (sp)	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
Concordancia requisitos	0,17	0,03	0,09	0,05
Adaptación al gusto del cliente	0,52	0,05	0,31	0,16
Adecuación para la muestra	0,30	0,09	0,15	0,06
Suma Columna		0,18	0,55	0,27

Tabla 18 Resultados alternativas de concepto

	Resultado
Alternativa 1	0,18
Alternativa 2	0,55
Alternativa 3	0,27

Con este análisis se puede observar que la alternativa con mayor potencial es la número 2 de acuerdo a la concordancia con el listado de requisitos, con la adaptación al brief de DAPI-15 como cliente principal y con la capacidad de cumplir con el tamaño de muestra que es un total de 3500 niños (véase literal 7.5.6).

## 2.6. Descripción del concepto de diseño

El equipamiento transitorio para estaciones de medición antropométrica es de uso exclusivo para el grupo de evaluadores de DAPI-15 ecuatorianos profesionales de la salud de entre 20 a 30 años de edad con experiencia en antropometría (véase en características del usuario), y tiene como uno de los objetivos ordenar el proceso de medición, mediante la división del espacio físico con un sistema para separar las áreas y adecuar los puntos de toma de medidas, para esto se ha considerado la altura de los ojos en posición de pie en 95 percentil femenina, para generar intimidad en cada área donde se situará el grupo de evaluadores, se dispondrán tres personas un evaluador quien se encarga de medir al individuo, un anotador que se encarga de llevar el registro de los valores resultantes de cada medida y un auxiliar que estará atento a las herramientas que el evaluador requiera, debe repetir en voz alta los valores dictado por el evaluador y a la vez se encarga de colocar al niño o niña en la postura adecuada según las medidas a ejecutar y debe tener un amplio espacio de trabajo de manera que el

evaluador pueda rotar alrededor del niño, el equipamiento deberá contar con una mesa instrumental conjunta donde se puedan ubicar todas las herramientas necesarias para la medición, debe tener un borde a su alrededor para que impida la caída de las piezas tubulares del antropómetro y demás herramientas, también contará con un escritorio para el anotador.

El equipamiento transitorio para estaciones de medición antropométrica deberá establecerse en el menor tiempo posible para dar inicio al proceso de medición de manera inmediata, es por eso que se han considerado mecanismos de pliegue y de ensamble ideales también para su empaque que no debe sobrepasar los 25kg que según la norma ISO es el máximo límite permitido de carga, el material para el equipamiento transitorio está pensado en cartón corrugado de diferentes espesores, por la razón que este es prescindible y se puede reciclar o reutilizar, dicho kit está pensado de esta manera para ser enviado como paquete por cualquier medio de transporte, su configuración formal está considerada por elementos geométricos ya que el material puede generar mejor estructura

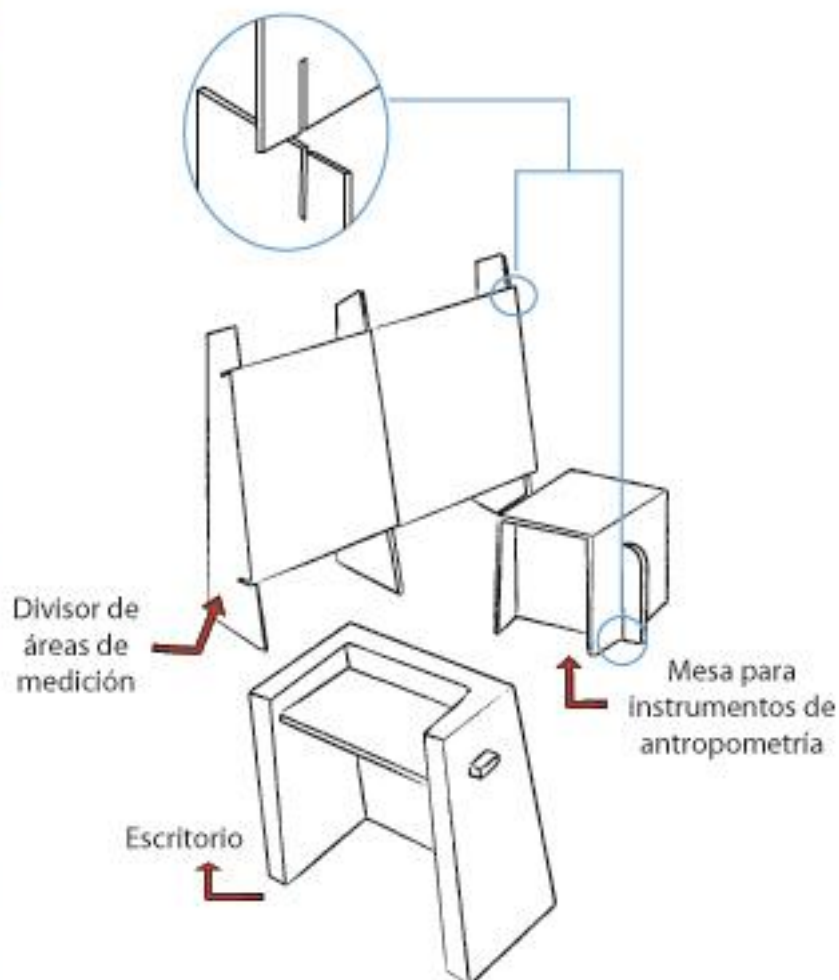
Una vez montada la estación de medición antropométrica deberá seguir la rutina como se detalla en la organización del proceso de medición en el marco teórico, cada área contará con información útil como guía y apoyo para el evaluador y ejecutará las medidas correspondientes de manera simultánea y de igual manera terminan en el tiempo límite estimado, de forma que el proceso de medición fluya recorriendo todas las áreas llegando a su fin en el mismo punto donde inició el proceso, siendo un proceso de producción de medidas antropométricas teniendo como producto final un niño medido.

## 2.7. Alternativas de diseño

Una vez planteado el concepto de diseño se puede dar inicio a las alternativas de para poder realizar un análisis de jerarquía, ya que la alternativa con mayor potencial pasará a la siguiente etapa

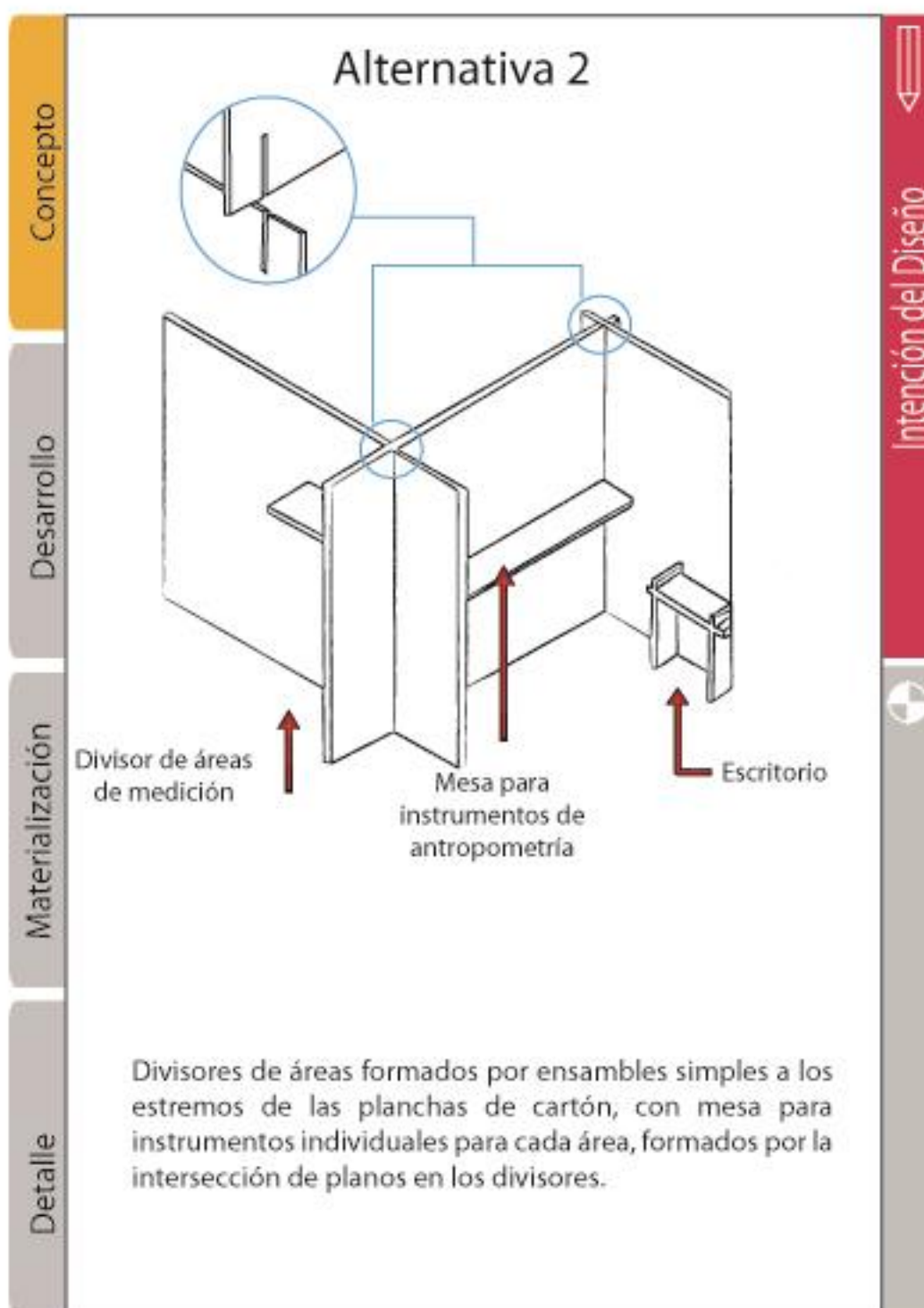


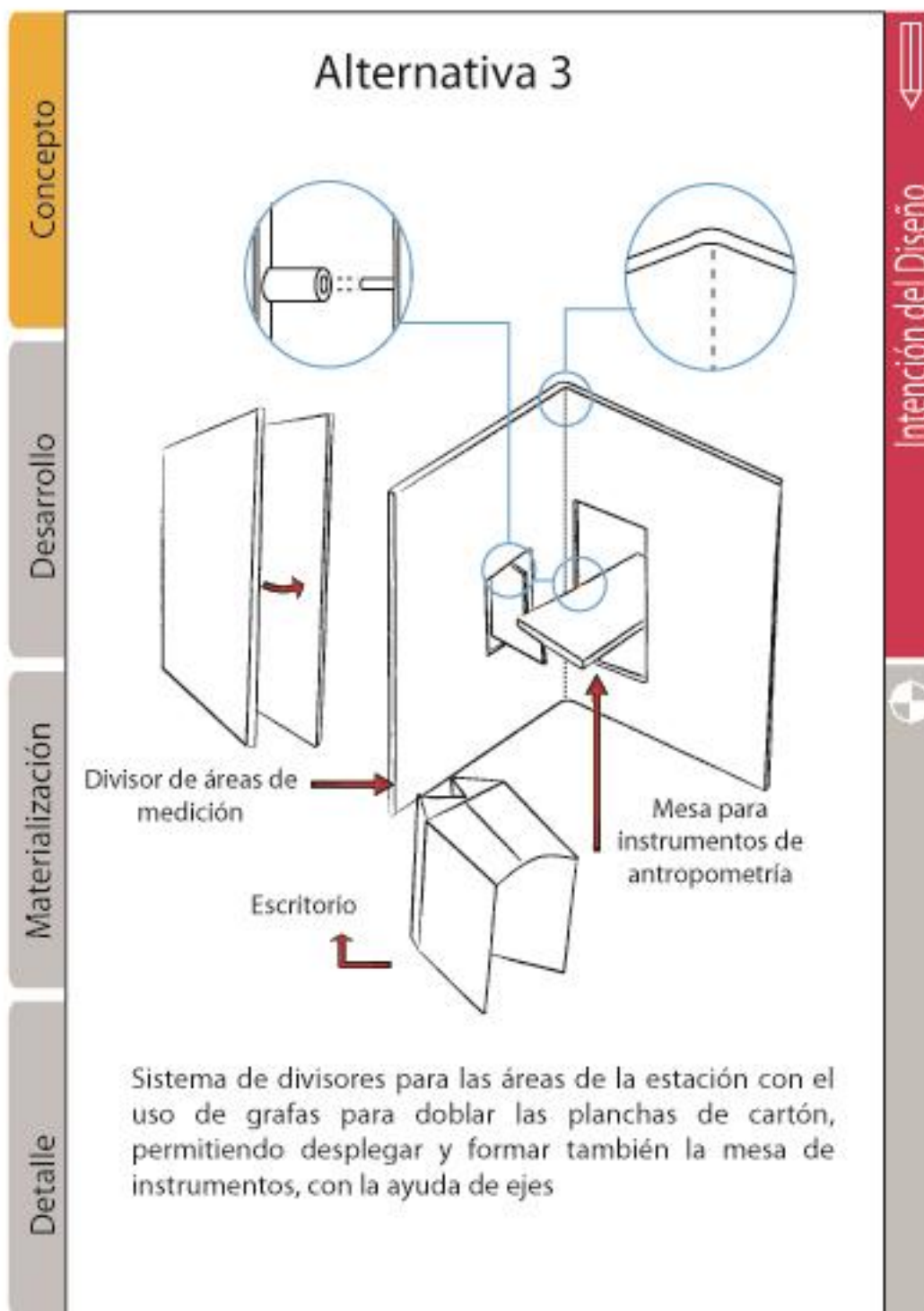
## Alternativa 1



Basado en el concepto de diseño, con un sistema para formar las áreas en la estación de medición mediante divisores y una mesa para los instrumentos de antropometría, compuesto por planos que se unen con ensambles







### 2.8. Evaluación de alternativas de diseño

El análisis de jerarquía SAATY es una técnica de toma de decisiones a partir de la evaluación de cada alternativa, basándose en criterios predefinidos.

Tabla 19 Puntuación alternativas de diseño

	Importancia(sp)	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
Áreas de trabajo	0,22	0,07	0,04	0,11
Armado	0,36	0,16	0,05	0,14
Privacidad	0,26	0,09	0,09	0,09
Función	0,16	0,06	0,03	0,07
Suma Columna		0,38	0,22	0,41

Tabla 20 Tabla de resultado SAATY alternativas de diseño

	Resultado
Alternativa 1	0,38
Alternativa 2	0,22
Alternativa 3	0,41

La alternativa con mejor potencial según la aplicación de jerarquía SAATY dio como resultado la alternativa 3, con esto podemos pasar a realizar alternativas de distribución ya que como se ha mencionado arriba, es de gran importancia la manera en organizar y proceso de toma de medidas, la distribución y recorrido en la estación de medición.

## 2.9. Alternativas de distribución

Es importante mencionar que las siguientes alternativas están planteadas según la circulación es decir el recorrido que cada niño debe seguir para el desarrollo del proceso de medición en la estación.

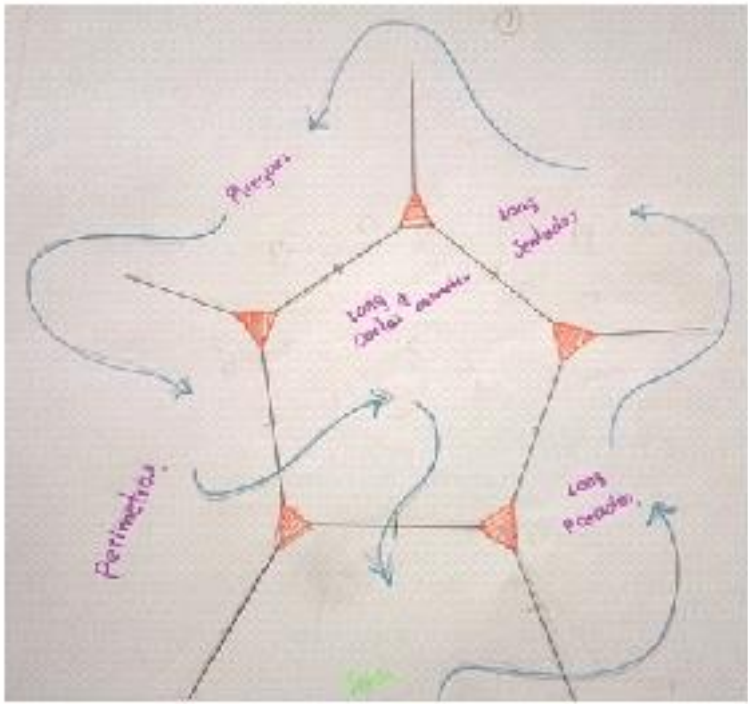

Concepto	<h1>Boceto 1: Pentágono</h1>	
Desarrollo		
Materialización		
Detalle	<p>Se plantea esta configuración formal de manera que se genere una estructura triangular, para mayor soporte, para generar diferentes áreas destinadas al grupo de medidas establecidas a tomar con más privacidad y con la opción de agrupar varios módulos en caso de ser necesario</p>	

Ilustración 21 Boceto 1


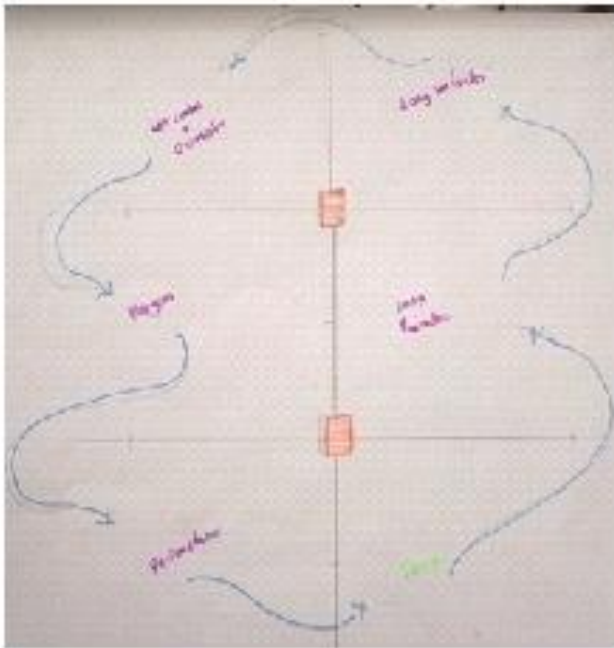

Concepto	<h2>Boceto 2: Cuadrado</h2>	
Desarrollo		Alternativas de Diseño
Materialización		
Detalle	<p>Está pensada de esta manera para generar espacios amplios en cada área, para la comodidad del grupo de evaluadores, y mayor área de circulación, dada su configuración necesita ser ubicado en áreas con mayor capacidad, si se requiere aumentar módulos.</p>	

Ilustración 22 Boceto 2

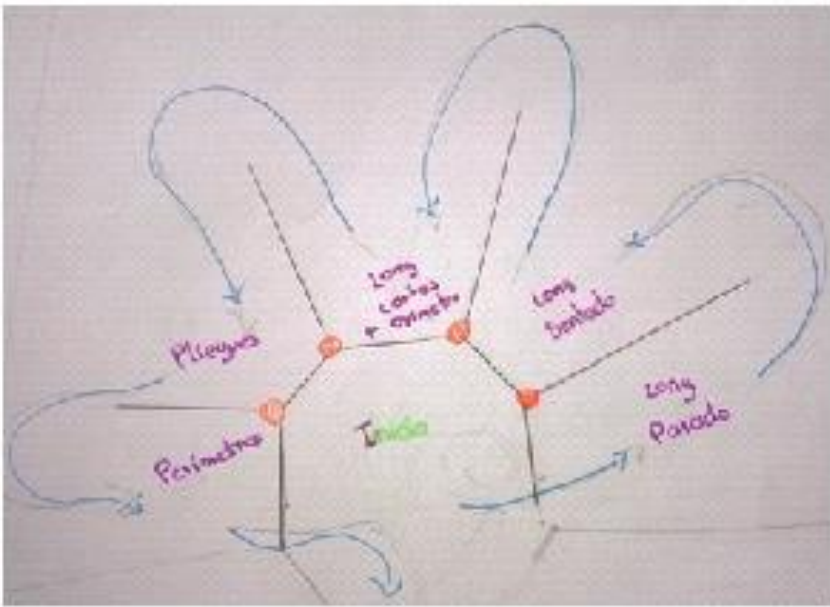
Concepto	Boceto 3: Octágono	Alternativas de Diseño
Desarrollo		
Materialización		
Detalle	<p>En este caso se toma como centro el área destinada a la preparación preliminar para el proceso de medición, de manera que se inicia y se termina el recorrido en el mismo punto.</p>	

Ilustración 23 Boceto 3

## 2.10. Evaluación de las alternativas de distribución

Por tal razón se ha utilizado esta técnica para evaluar las alternativas de las rutinas que se han de seguir en el área de medición, tomando como criterios de evaluación los puestos de trabajo, la circulación, la privacidad y la función, dando como resultado el siguiente orden, siendo la alternativa 1 (pentágono) la de mayor puntuación,

Tabla 21 Resultado SAATY

	Cuadrado	Pentágono	Octágono
Puestos de trabajo	0,07	0,07	0,01
Circulación	0,12	0,11	0,04
Privacidad	0,14	0,26	0,13
Función	0,01	0,02	0,01
Suma Columna	0,34	0,46	0,20



## CAPÍTULO III Diseño de detalle

Se determina soluciones técnicas sobre la construcción del producto, incluye planos, material, especificaciones, entre otros.

### 3.1. Propuesta de diseño

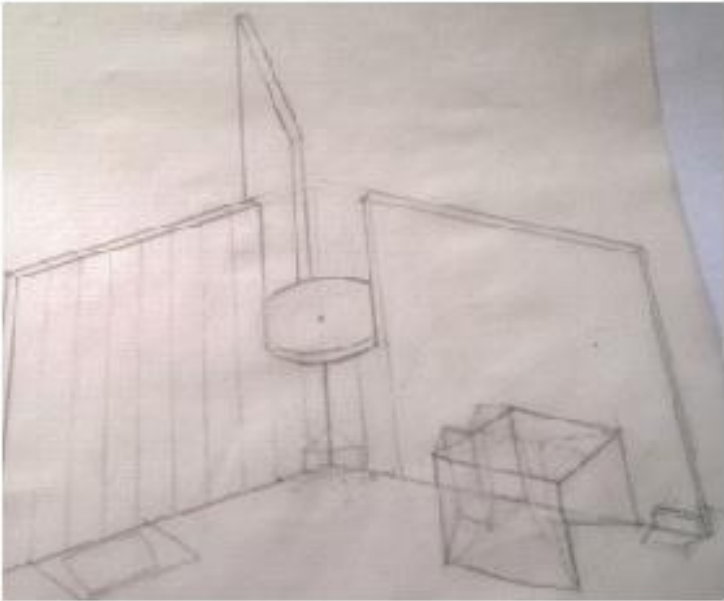
Concepto	<h3>Boceto Inicial de la propuesta de diseño</h3>
Desarrollo	
Materialización	
Detalle	<p>Sistema de división del área de medición en puestos de trabajo, con una mesa instrumental conjunta, superficie para pisar descalzos y lugar para la silla de medición, su armado mediante sistemas de ensamble y anclaje con una estructura triangular en el centro, que permite la unión de cada componente divisor.</p>

Ilustración 24 Propuesta de diseño

Concepto	Proceso de armado: Modelo de estudio empacado	Usabilidad y operación
Desarrollo		
Materialización		
Detalle	Equipamiento desarmado con todos los elementos necesarios para establecer la estación de medición antropométrica pensado para su empaque, como se mencionó en el concepto de diseño	

Ilustración 25 Proceso de armado

Concepto	<p>Proceso de armado: Superficie para pisar descalzos</p>		
Desarrollo			Usabilidad y operación 
Materialización			
Detalle	<p>Compuesto por tres partes, una estructura, una base y un soporte donde pisar</p>		

Ilustración 26 Proceso de armado



Concepto	Proceso de armado: Estructura central		Usabilidad y operación
Desarrollo	 		
Materialización			
Detalle	Compuesto por un solo elemento en forma triangular, para unir los divisores y formar la estación		

Ilustración 27 Proceso de armado





Concepto	<p>Proceso de armado: Divisores de áreas y mesa instrumental</p>	<p>Usabilidad y operación</p> 
Desarrollo		
Materialización		
Detalle	<p>Planos con pliegues para mejor estructura, que se unen en el centro con la ayuda de la estructura central, en cuanto a la mesa instrumental consta de un plano circular apoyado sobre la estructura central</p>	

Ilustración 28 Proceso de armado



Concepto	Disposición del equipamiento transitorio para estaciones de medición antropométrica	Usabilidad y operación
Desarrollo		
Materialización		
Detalle	Está compuesta por los elementos que se has descrito en el proceso de armado, formando tres áreas destinadas al ejercicio de medición antropométrica	

Ilustración 29 Proceso de armado

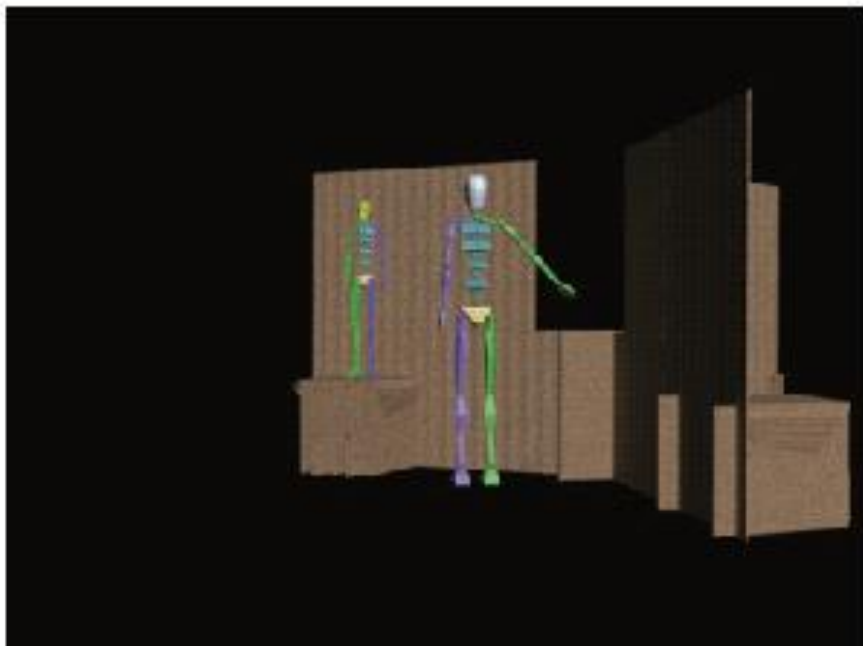
Concepto	Simulación digital	Usabilidad y operación
Desarrollo		
Materialización		
Detalle	Breve descripción del escenario con el equipamiento dispuesto y con el usuario en interacción en su ambiente de trabajo	

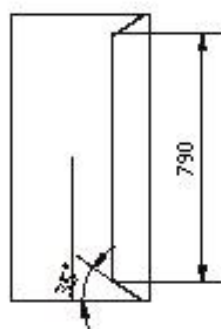
Ilustración 30 Simulación

### 3.1.1. Planos técnicos y esquemas constructivos

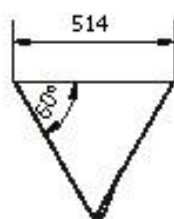
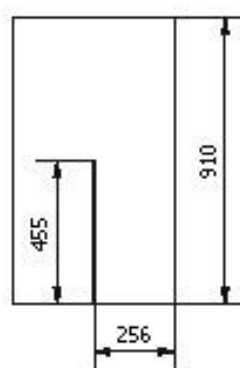
Concepto																							
Desarrollo																							
Materialización																							
Detalle	<table border="1"> <tr> <td rowspan="4"> </td> <td colspan="3">Pontificia Universidad Católica del Ecuador Facultad de Arquitectura Diseño y Artes</td> </tr> <tr> <td>Alumna</td> <td>Karen Muñoz Guzmán</td> <td rowspan="2">Carrera de Diseño de Productos</td> <td>Escala 1:20</td> </tr> <tr> <td>Director</td> <td>D.I. William Uruña Tellez</td> </tr> <tr> <td>Fecha</td> <td>16/06/2014</td> <td>Contiene Divisor 1 y divisor 2</td> <td>Lámina 1 de 5</td> </tr> <tr> <td>Unidad</td> <td>mm</td> <td colspan="3"></td> </tr> </table>					Pontificia Universidad Católica del Ecuador Facultad de Arquitectura Diseño y Artes			Alumna	Karen Muñoz Guzmán	Carrera de Diseño de Productos	Escala 1:20	Director	D.I. William Uruña Tellez	Fecha	16/06/2014	Contiene Divisor 1 y divisor 2	Lámina 1 de 5	Unidad	mm			
	Pontificia Universidad Católica del Ecuador Facultad de Arquitectura Diseño y Artes																						
	Alumna	Karen Muñoz Guzmán	Carrera de Diseño de Productos	Escala 1:20																			
	Director	D.I. William Uruña Tellez																					
	Fecha	16/06/2014	Contiene Divisor 1 y divisor 2	Lámina 1 de 5																			
Unidad	mm																						



Lateral Derecha

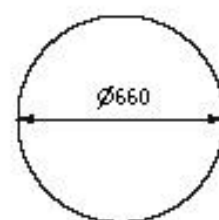


Frontal



Superios

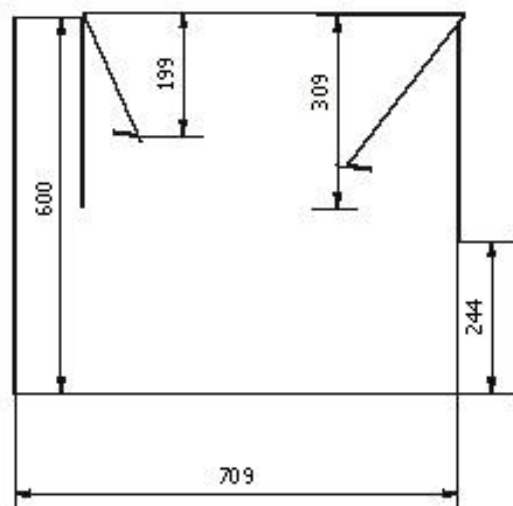
Frontal



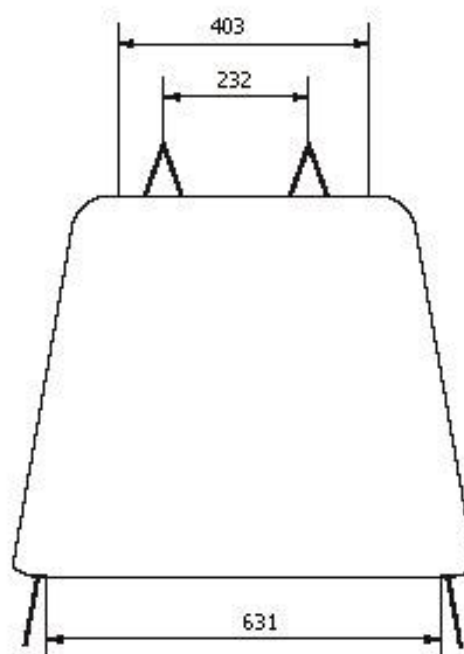
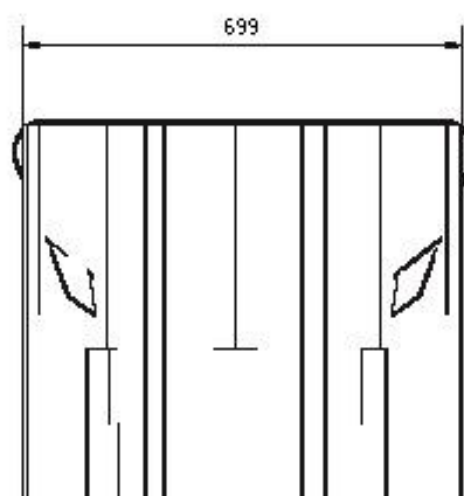
Superios

	Pontificia Universidad Católica del Ecuador Facultad de Arquitectura Diseño y Artes			
	Alumna	Karen Muñoz Guzmán	Carrera de Diseño de Productos	Escala 1:20
	Director	D.I. William Lluéña Tellez		
	Fecha	16/06/2014	Contiene Unión triangulas y superficie circular	Lámina 2 de 5
	Unidad	mm		

Lateral Derecha

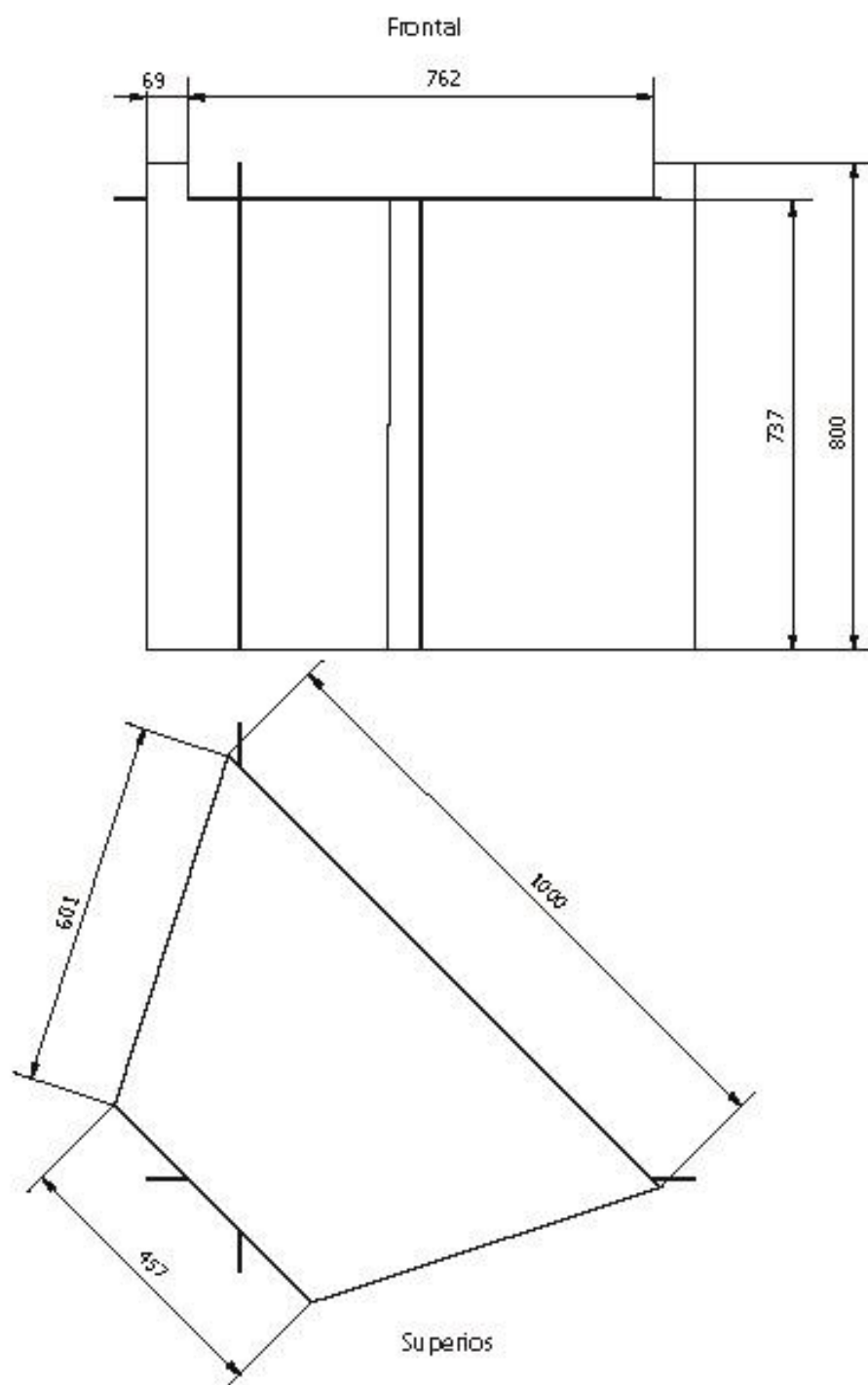


Frontal



Superior

	Pontificia Universidad Católica del Ecuador		
	Facultad de Arquitectura Diseño y Artes		
	Alumna	Karen Muñoz Guzmán	Carrera de Diseño de Productos
	Director	D.I. William Uruña Tellez	
	Fecha	16/06/2014	Contiene
	Unidad	mm	
		Superficie para pisar	Lámina 3 de 5



	Pontificia Universidad Católica del Ecuador		
	Facultad de Arquitectura Diseño y Artes		
	Alumna	Karen Muñoz Guzmán	Escala 1:10
	Director	D.I. William Urueña Tellez	
Fecha		16/06/2014	Lámina 4 de 5
Unidad		mm	
		Carrera de Diseño de Productos	
		Contiene	
		Escritorio para el anotador	



Pontificia Universidad Católica del Ecuador  
Facultad de Arquitectura Diseño y Artes

Alumna Karen Muñoz Guzmán

Director D.I. William Urueña Tellez

Fecha 16/06/2014

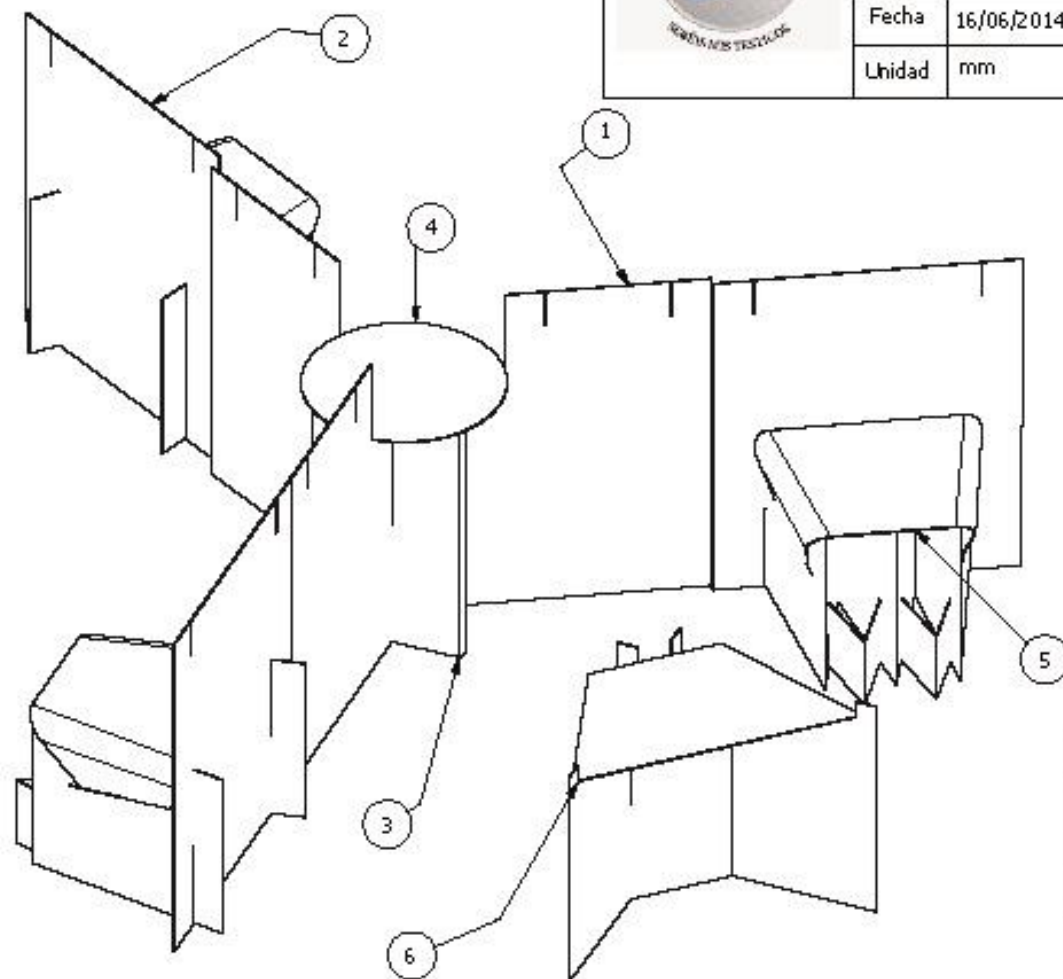
Unidad mm

Carrera de Diseño de Productos

Escala  
1:20

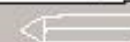
Contiene  
Lista de piezas de la estación de  
medición

Lámina  
5 de 5



LISTA DE PIEZAS

Nº	CTDAD	NOMBRE DE PIEZA
1	3	Divisor 1
2	3	Divisor 2
3	1	Unión triangulas
4	1	Superficie circular
5	3	Superficie para pisar
6	3	Escritorio anotador

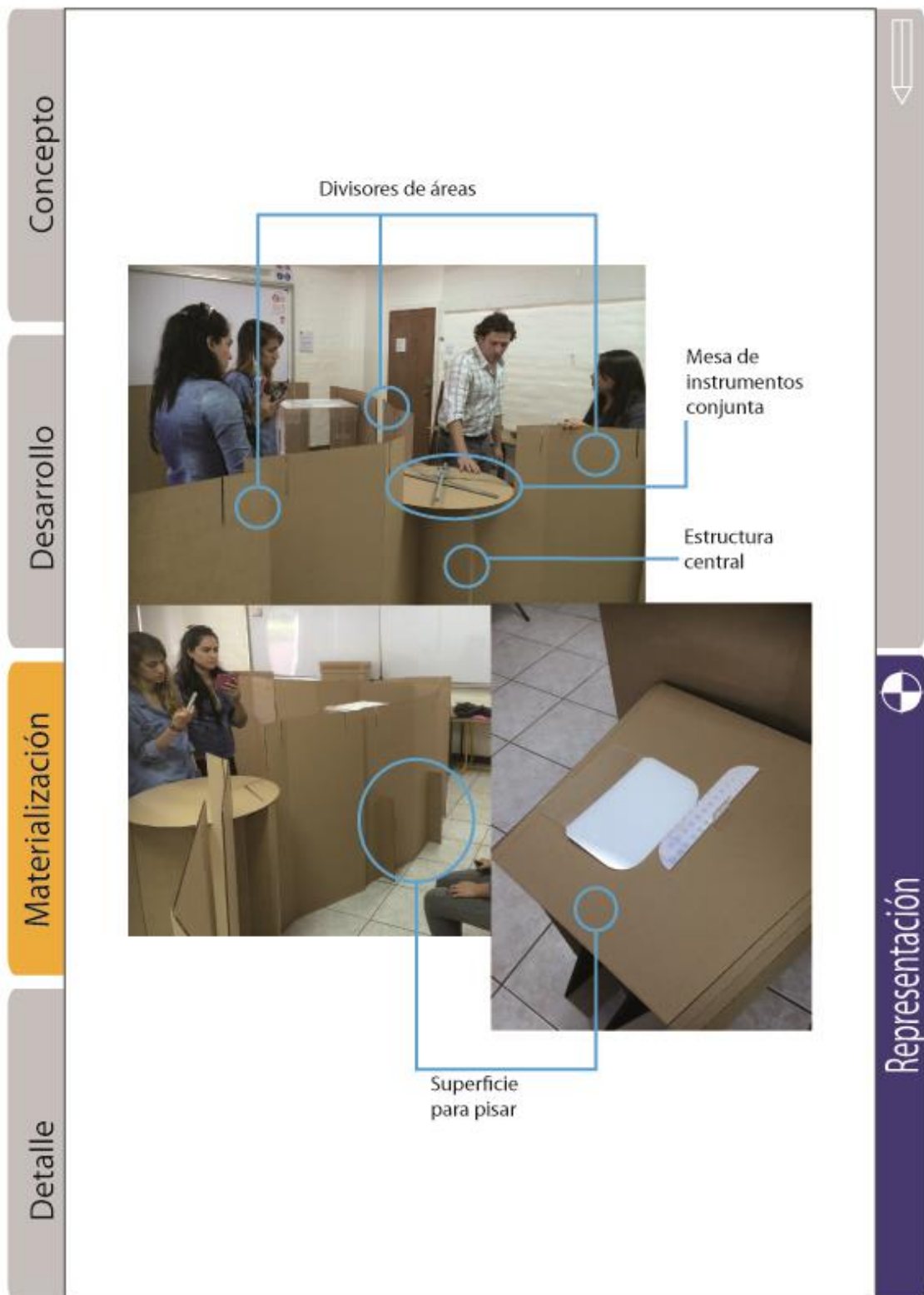


### 3.1.2. Detalle

Concepto	<h2>Detalle propuesta de diseño</h2>
Desarrollo	
Materialización	
Detalle	<p>Durante el periodo de capacitación en antropometría para DAPI-15 que se llevó a cabo en la PUCE, se fabricó un prototipo experimental, con el material real y todos los elementos que conforman la estación de medición que debe contener el equipamiento.</p>



Representación



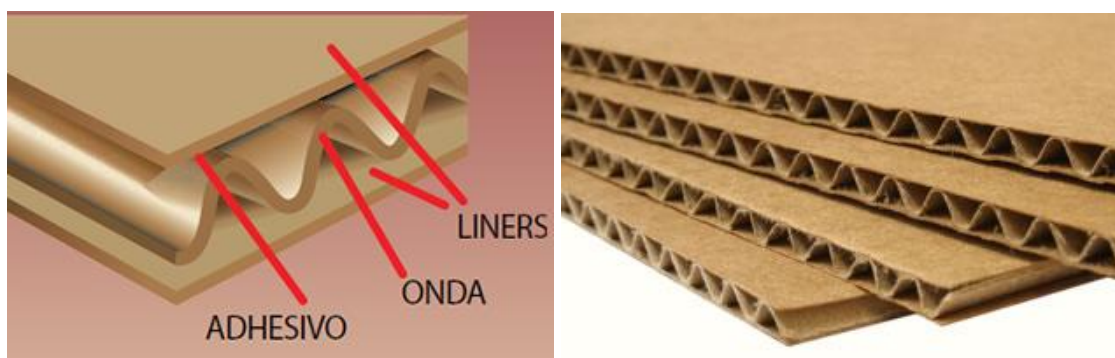
### 3.2. Materiales

Siendo este proyecto real que se va a producir tiene requerimientos reales demandados por el cliente que es DAPI-15, y su principal requisito es el uso de cartón corrugado para las estaciones de medición portátiles por la razón que una vez terminado el proceso de medición



antropométrica este equipamiento de apoyo será desechado o pasará a disposición del establecimiento educativo donde se realizó la medición (Véase literal 7.5.6)

El cartón corrugado es la mejor opción por ser prescindible, ligero y maleable para que pueda ser empacado, también por su resistencia mecánica y sus propiedades, gracias al gramaje del papel y la altura de las ondas, que determinan la consistencia y resistencia de la compresión vertical, además de ser un material reciclable se puede convertir en materia prima secundaria ya que se puede volver a utilizar sus fibras, y por su capacidad de manipulación se lo utiliza como material de empaques porque permite generar estructuras sólidas, dentro de la variedad de tipos de cartón corrugado .



Fuente 2015 Revista Corrugando - ACCCSA.

El cartón corrugado está compuesto por capas de papel liner, y capas de papel acanalado u ondulado pegadas según el tipo de cartón a fabricar.

Tipos de cartón corrugado:

Cartón corrugado de simple cara: Se forma por una capa de papel liner y una lámina acanalada pegada a una de sus caras

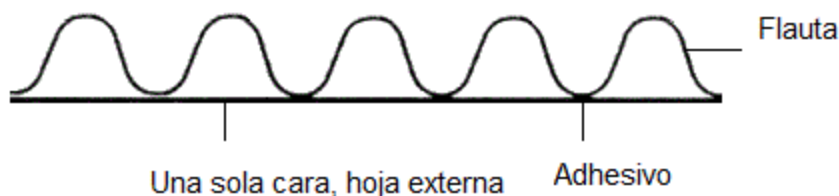


Ilustración 31 Magazine Basic created by c.bavota

Cartón corrugado simple: Formado por dos capas de papel liner pegados a cada cara del papel acanalado

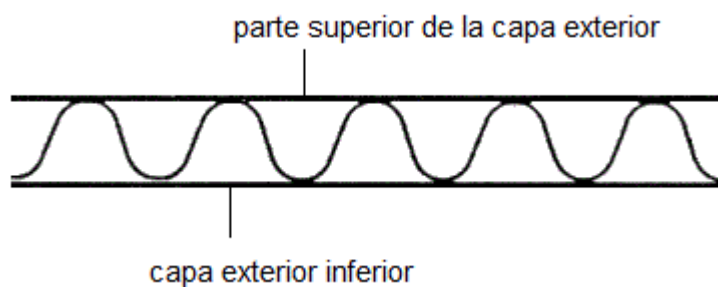


Ilustración 32 Magazine Basic created by c.bavota

Cartón corrugado doble: Formado por tres capas de papel liner y dos capas de papel acanalado.

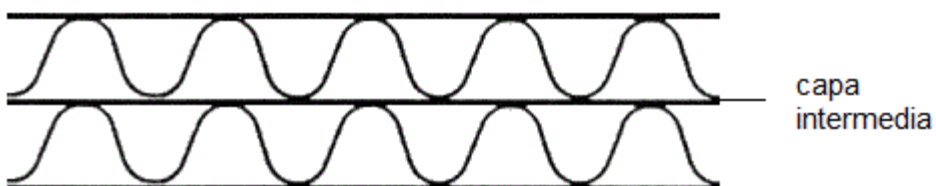


Ilustración 33 Magazine Basic created by c.bavota

Cartón corrugado triple: Formado por cuatro láminas de papel liner y tres láminas de papel acanalado.

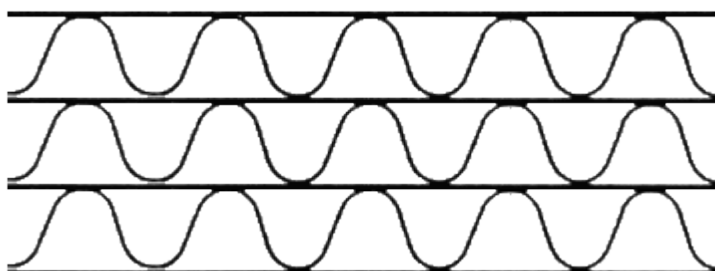


Ilustración 34 Magazine Basic created by c.bavota

Tipo de ondulación	CARACTERISTICAS	
	Altura de onda (mm)	Ondulaciones (por metro lineal)
A	4,4 mínimo	108 a 121 ondas
B	2,3 mínimo	155 a 187 ondas
C	3,5 mínimo	126 a 147 ondas

Ilustración 35 Tipos de acanalado

Nota: Norma CPE INEN 004:1981



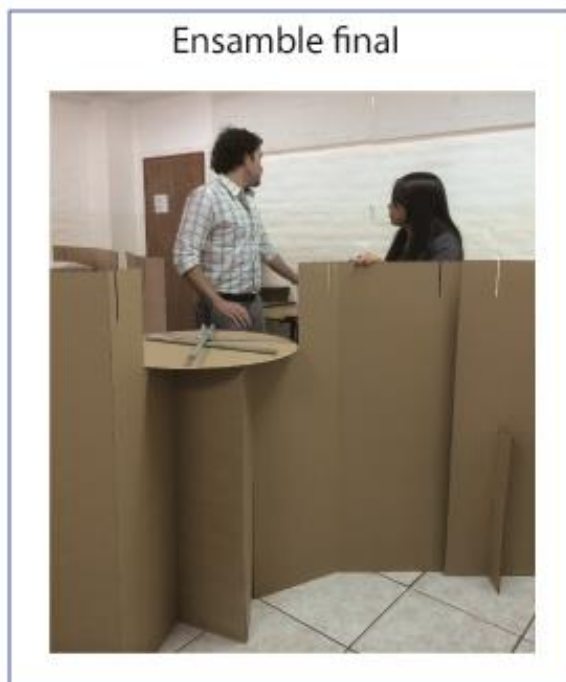
Tabla 22 Materiales a utilizar

Piezas	Material	Características
Divisores	Cartón corrugado simple con un tamaño de arco tipo A equivalente a 4,7mm de altura, de 104 a 125 flautas por metro lineal	Permite:  Más resistente a la compresión vertical
Escritorio del anotador	Cartón corrugado de doble pared con una combinación de flautas tipo B+C una de sus caras con flauta B equivalente a 2,4mm de altura, de 150 a 184 flautas por metro lineal, otra cara tipo C equivalente a 3,6mm de altura, de 120 a 145 flautas por metro lineal	Permite:  Flauta tipo B tiene mayor resistencia al aplastamiento plano  Mientras que la flauta tipo C no es muy resistente al aplastamiento pero le ayuda a suavizar el peso
Mesa instrumental	Cartón corrugado simple con un tamaño de arco tipo C equivalente a 3,6mm de altura, de 120 a 145 flautas por metro lineal	Permite:  El cartón más utilizado en empaques, por cumplir su tarea de proteger su contenido

## Capítulo IV Ensayo y verificación de la propuesta de diseño

### 4.1. Fabricación del prototipo

DAPI-15 destinó un presupuesto a los prototipos, dicho presupuesto se consignó para el prototipo inicial para realizar la validación con el Klgo. Héctor Castellucci y se fabricó en una cortadora laser, para las líneas de doblado se cortó por segmentos con la misma técnica de manera que simule el uso de la grafadora, se adquirió planchas de cartón corrugado simple de 240x120 cm.



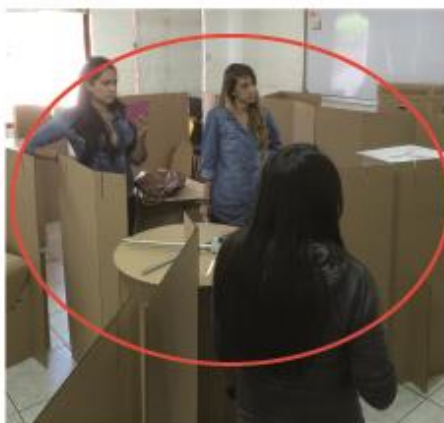
#### 4.2. Protocolo de comprobación

El ensayo y verificación se realizó durante el periodo de capacitación para DAPI-15, dirigido por el Klgo. Héctor Castellucci que se llevó a cabo en la PUCE en julio de 2014, se escogió a un grupo de personas que cumplan con las peculiaridades que se indicó en características del usuario (Tabla 11) para de esta manera el escenario de uso sea lo más próximo a la realidad.

Para esto se ha empleado la herramienta de prueba de usabilidad, infortunadamente para el momento de la capacitación no se contó con los elementos necesarios para realizar una prueba con mejor precisión, por esta razón se ha realizado basándose en el listado de determinantes y requerimientos que se puedan verificar con los elementos a disposición.

## Montaje y distribución

- Objetivo** Determinar el tiempo que se tarda en establecer la estación de medición y observar que la distribución permita el recorrido por todas las áreas.
- Términos** Se define como montaje y distribución a la capacidad de establecer la estación de medición generando las áreas para medir a los niños con suficiente espacio para su recorrido por cada una de ellas.
- Valor** 15 minutos máximo



- Aplicación** Se aplica para ordenar el proceso de medición determinando la cantidad de áreas de la estación y las medidas que se van a ejecutar en cada una.
- Material utilizado** Cronómetro
- Método** Dar inicio al cronómetro una vez que se empiece a armar la estación de medición y detener cuando se termine de instaurar la estación, anotar el tiempo que se tarda en terminar la acción.

Montaje y distribución	Valor estimado	Valor real	Diferencia
Valores medidos	15 min	30 min	15 min



## Función de divisores

- Objetivo** Comprobar la altura de los divisores de cada área en base a la función de fraccionar el espacio y generar intimidad.
- Términos** Se define como función de divisores al cumplimiento del sistema de división establecido con una altura apropiada para generar las áreas de la estación
- Valor** 1700mm de altura



- Aplicación** Se aplica para dividir las áreas de la estación generando intimidad en cada una de ellas
- Material utilizado** Flexómetro
- Método** Medir la altura total de las piezas divisoras

Función de divisores	Valor estimado	Valor real	Diferencia
Valores medidos	1700mm	1300 mm	400mm



## Mesa instrumental

Objetivo	Comprobar que la mesa sea apta para ubicar los instrumentos de antropometría
Términos	Se define a la mesa instrumental como el lugar donde se ubicarán los instrumentos de medición antropométrica.
Valor	700mm desde el piso
Otra observación	Impedir que caigan los instrumentos



Aplicación	Se aplica para ubicar los instrumentos de medición en un solo lugar para evitar la pérdida o el daño de los mismos.
Material utilizado	Flexómetro para comprobar la altura de la ubicación de la misma, y un antropómetro para comprobar si las piezas corren el riesgo de caer.
Método	Con el flexómetro medir la altura de la mesa, y mediante la ubicación del antropómetro y sus piezas observar si las piezas corren el riesgo de caer.

Mesa instrumental	Valor estimado	Valor real	Diferencia
Valores medidos	700mm	700 mm	0mm

Mesa instrumental	Lo esperado	Realidad
Otra observación	Las herramientas de medición deben mantenerse en la mesa instrumental	Las piezas tubulares del antropómetro ruedan y caen



## Escritorio del anotador

- Objetivo** Comprobar si el escritorio cumple con la parte ergonómica como el espacio suficiente para la ubicación de los pies y el área de trabajo suficiente para una notebook.
- Términos** Se define al escritorio del anotador como el lugar donde se ubicarán los anotadores para llevar el registro de datos de la medición.
- Valor** 720mm altura, largo del área de trabajo mayor a 500mm



- Aplicación** Se aplica para la ubicación de los anotadores en cada área de la estación de medición
- Material utilizado** Flexómetro y libros
- Método** Medir el largo de la superficie de trabajo y ubicar un libro para observar si es necesario aumentar el largo de esta.

Escritorio del anotador	Valor estimado	Valor real	Diferencia
Valores medidos altura	720mm	720 mm	0mm
Valores medidos largo	500mm	401mm	99mm



## Tabla de comprobación

Tabla 23 Resultados Validación

	Referencia base	Prototipo inicial	Cumple	No cumple
Tiempo de montaje	15 min	30 min		x
Altura divisores	1700mm	1300mm		x
Altura mesa instrumental	700mm	700mm	x	
Caída de herramientas de la mesa instrumental	No deben caer	Caen		x
Altura del escritorio del anotador	720mm	720mm	x	
Largo de la superficie de trabajo	500mm	401mm		x

### Resultado:


Después de la prueba de uso del prototipo experimental, se pudo evidenciar errores y necesidades diferentes: se pudo descartar algunos elementos no necesarios y el uso de dos módulos para la estación de medición de manera que conste de cuatro áreas de trabajo una marcación de puntos anatómicos y preliminares, para longitudes en posición de pie, peso y saturación de O<sub>2</sub>, otra para pliegues y perímetros y la última para longitudes en posición sedente, cada área cuenta con un escritorio para el anotador y la mesa instrumental conjunta con un borde que evite que caigan las herramientas, mejorar la estructura y aumentar la altura en las divisiones.



Con este análisis se puede pasar a presentar la propuesta final que surge de los resultados de esta validación, permitiendo mejorar los aspectos que no se ha cumplido en la validación, la siguiente propuesta es la definitiva, con esta se termina el presente proyecto y se entrega a DAPI-15 quien se encargará de hacer una pre serie.



## CAPITULO V Presentación de la propuesta final.

### 5.1. Propuesta de diseño final

Concepto	Modelo de estudio	Usabilidad y operación
Desarrollo		
Materialización		
Detalle	Se plantea esta configuración formal de manera que se genere una estructura triangular, para mayor soporte, para generar diferentes áreas destinadas al grupo de medidas establecidas a tomar con más privacidad y con la opción de agrupar varios módulos en caso de ser necesario	

Concepto	Proceso de armado: Empaque y superficie para pisar.	Usabilidad y operación
Desarrollo		
Materialización		
Detalle	Empaque provisional para consta de tres elementos que cubre el contenido, superficie para pisar con estructura simple.	





Concepto	Proceso de armado: Mesa instrumental	Usabilidad y operación
Desarrollo		
Materialización	 	
Detalle	Compuesta por un plano triangular con cortes y dobleces para formar la mesa de instrumentos con bordes en su contorno.	

Ilustración 38 Proceso de armado modelo de estudio 2

Concepto	Proceso de armado: Divisores
Desarrollo	
Materialización	
Detalle	Compuesto por dos elementos que se sujetan por medio de una unión en uno de sus planos y se estructura porque general una forma triángulo.



Concepto	Consolidación del equipamiento
Desarrollo	
Materialización	
Detalle	<p>Está compuesto por tres módulos formados por dos piezas cada uno, que se sujetan en el centro con la mesa instrumental.</p>

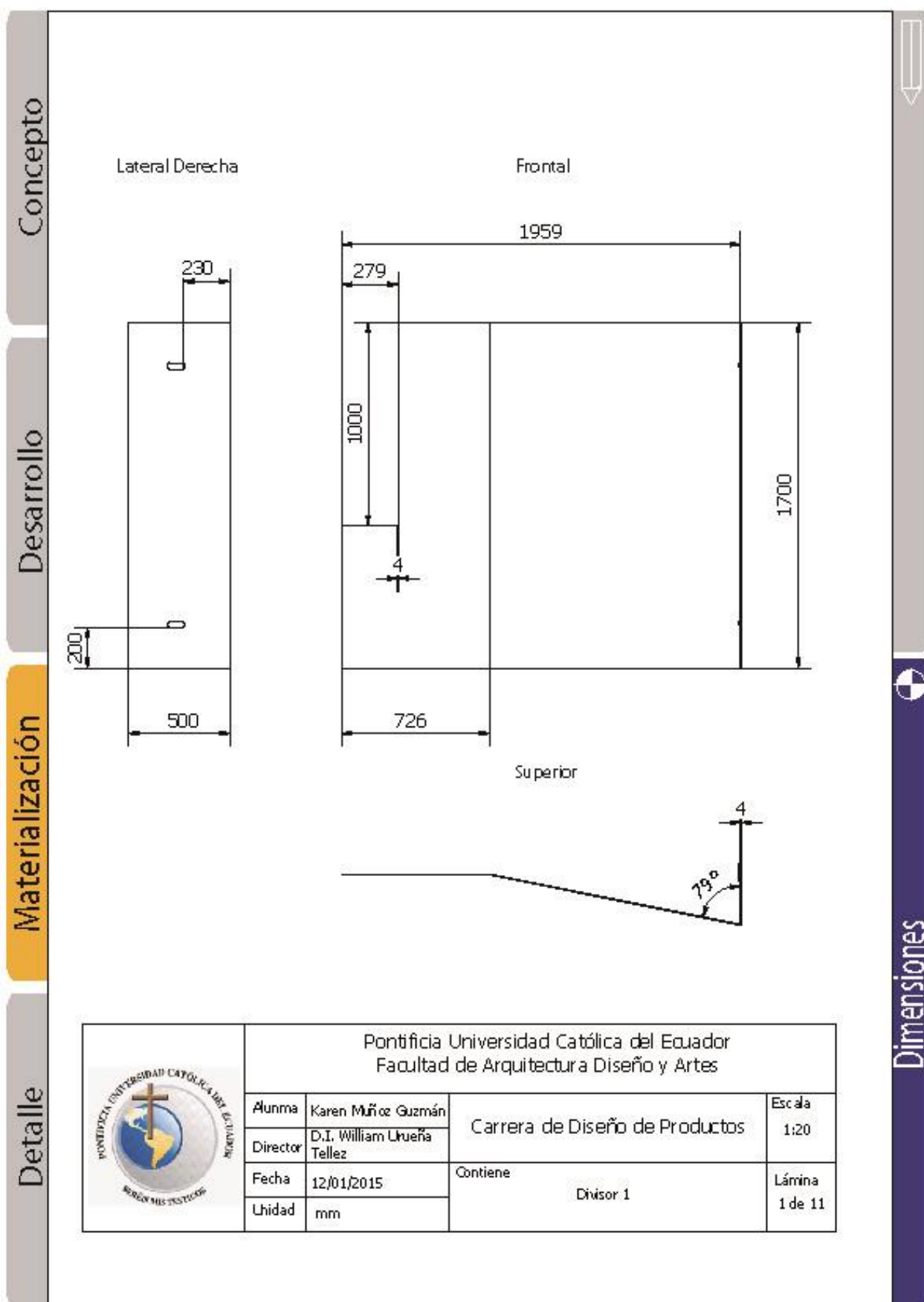


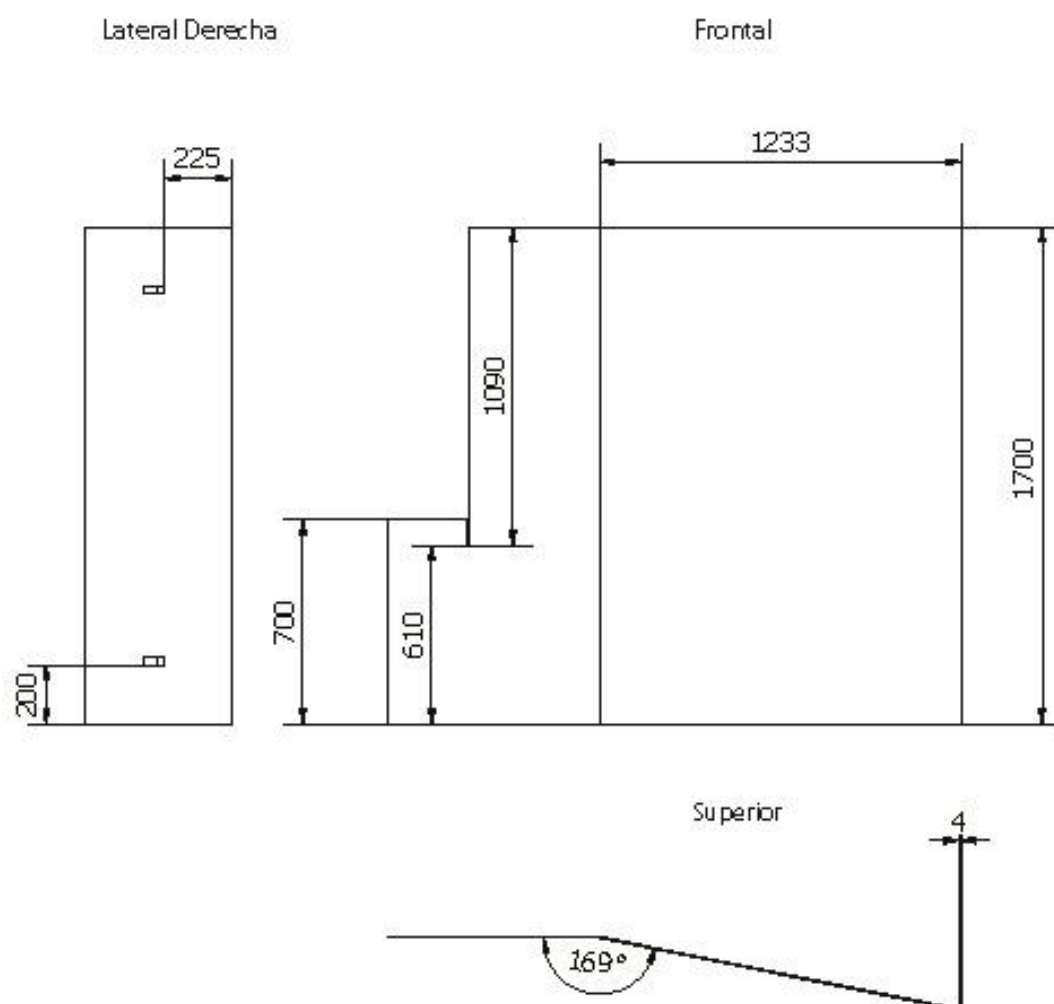
Usabilidad y operación




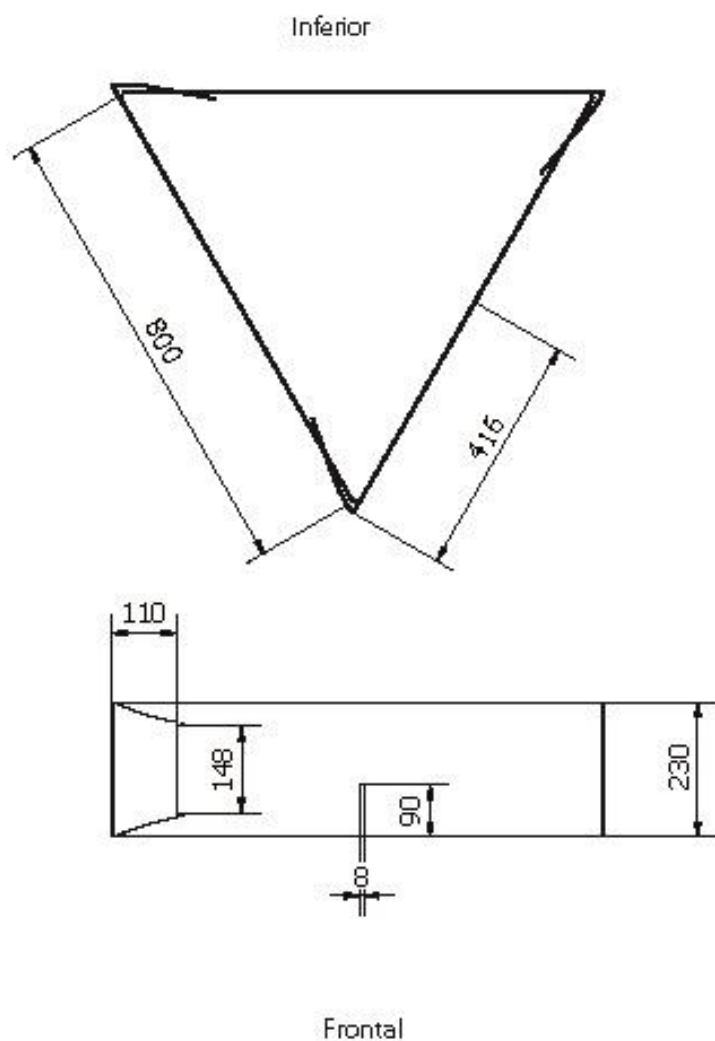



### 5.1.1. Planos técnicos y esquemas constructivos



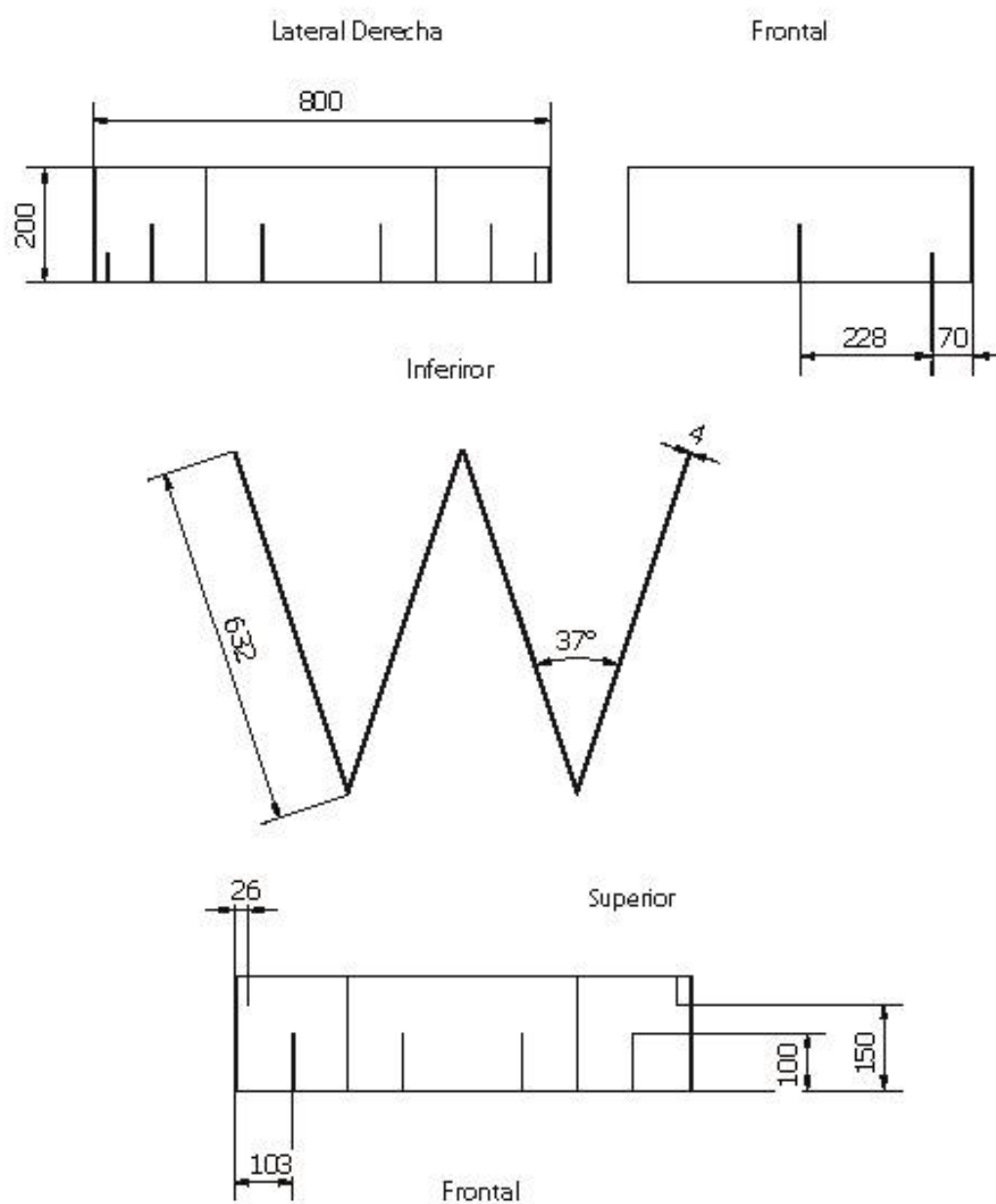


	Pontificia Universidad Católica del Ecuador Facultad de Arquitectura Diseño y Artes			
	Alunma	Karen Muñoz Guzmán	Carrera de Diseño de Productos	Escala 1:20
	Director	D.I. William Lruña Tellez		
	Fecha	12/01/2015	Contiene Divisor 2	Lámina 2 de 11
	Unidad	mm		



	Pontificia Universidad Católica del Ecuador		
	Facultad de Arquitectura Diseño y Artes		
	Alunma	Karen Muñoz Guzmán	Escala
	Director	D.I. William Uruña Tellez	1:10
	Fecha	12/01/2015	Lámina
	Unidad	mm	
		Contiene	
		Mesa Instrumental	3 de 11

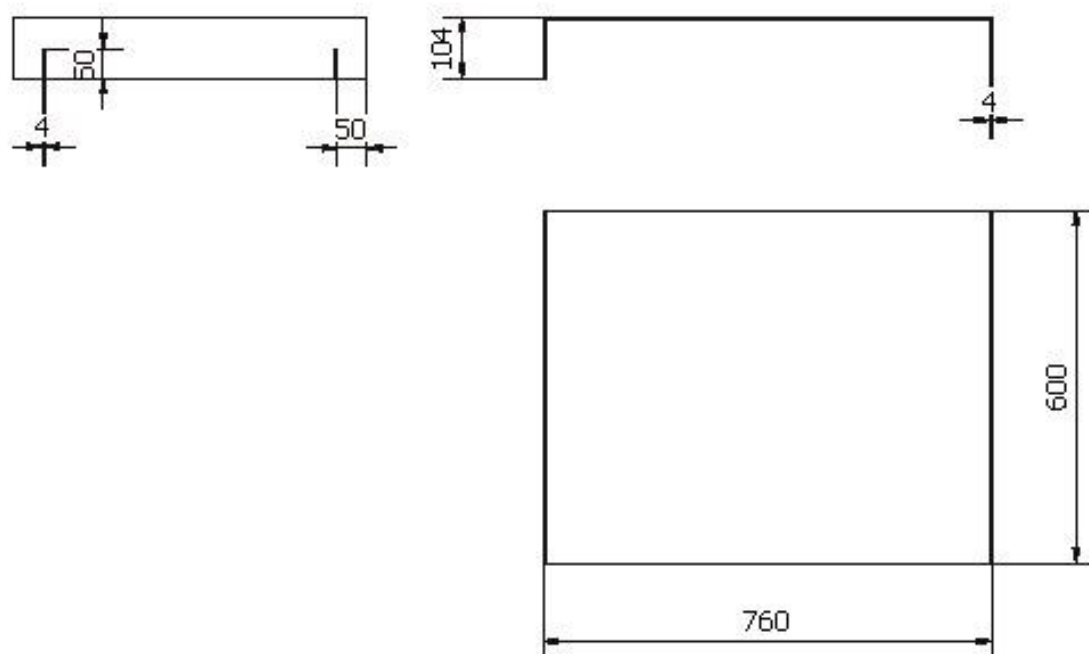




 <p>Pontificia Universidad Católica del Ecuador Facultad de Arquitectura Diseño y Artes</p>			
Alumna	Karen Muñoz Guzmán	Carrera de Diseño de Productos	Escala
Director	DI. William Uruña Tellez		1:10
Fecha	12/01/2015	Contiene Estructura superficie para pisar 1 y 2	Lámina
Unidad	mm		4 de 11

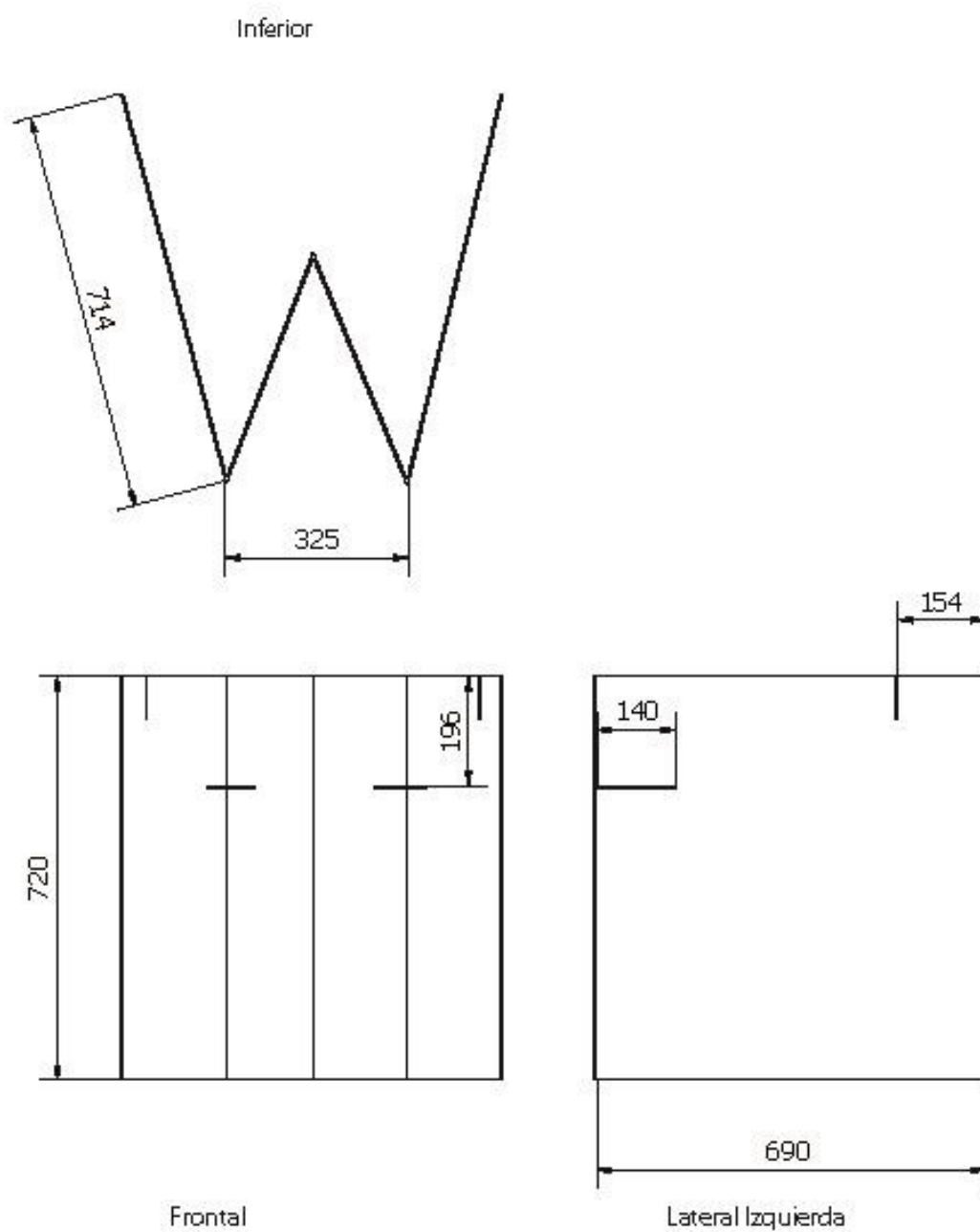
Lateral Derecha

Frontal

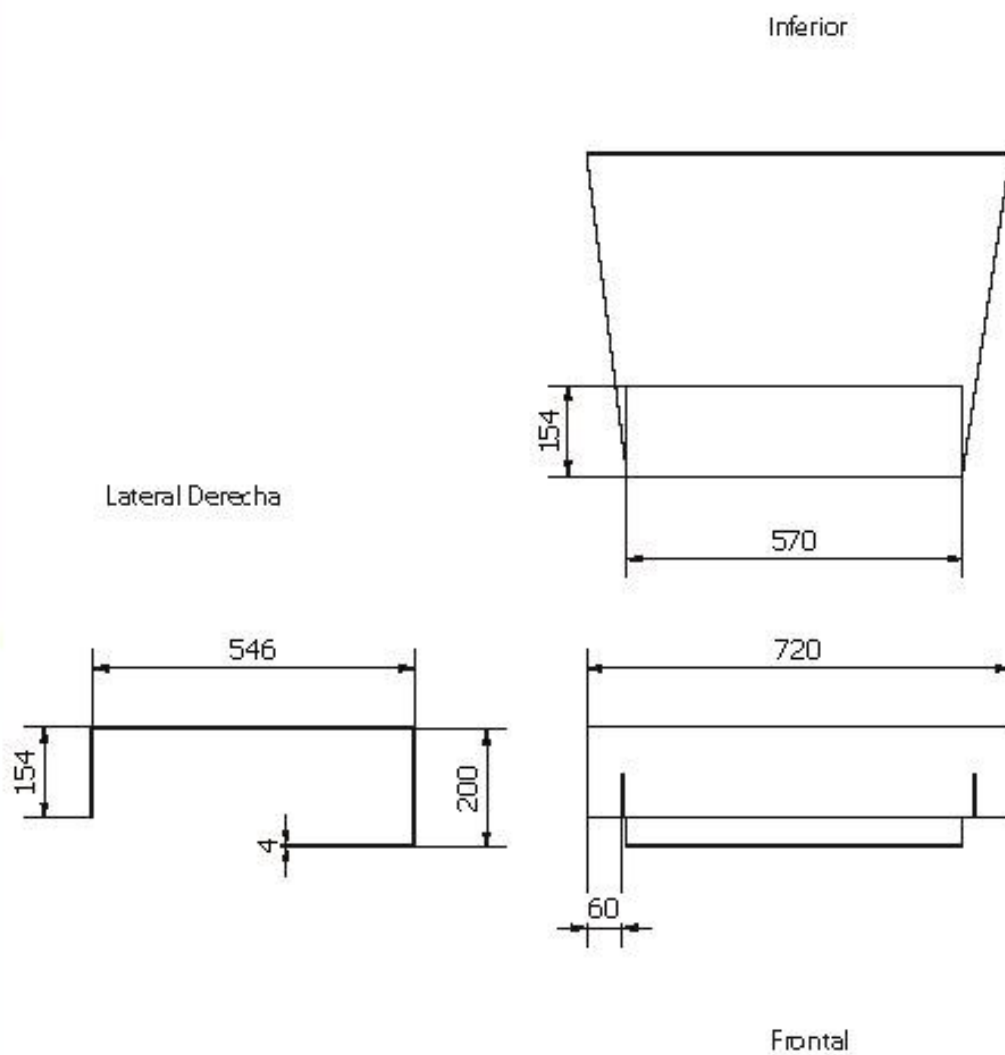


Superior

	Pontificia Universidad Católica del Ecuador		
	Facultad de Arquitectura Diseño y Artes		
	Alunma	Karen Muñoz Guzmán	Carrera de Diseño de Productos
	Director	D.I. William Uruña Tellez	
	Fecha	12/01/2015	Contiene Superficie para pisar
	Unidad	mm	
			Escala 1:10
			Lámina 5 de 11

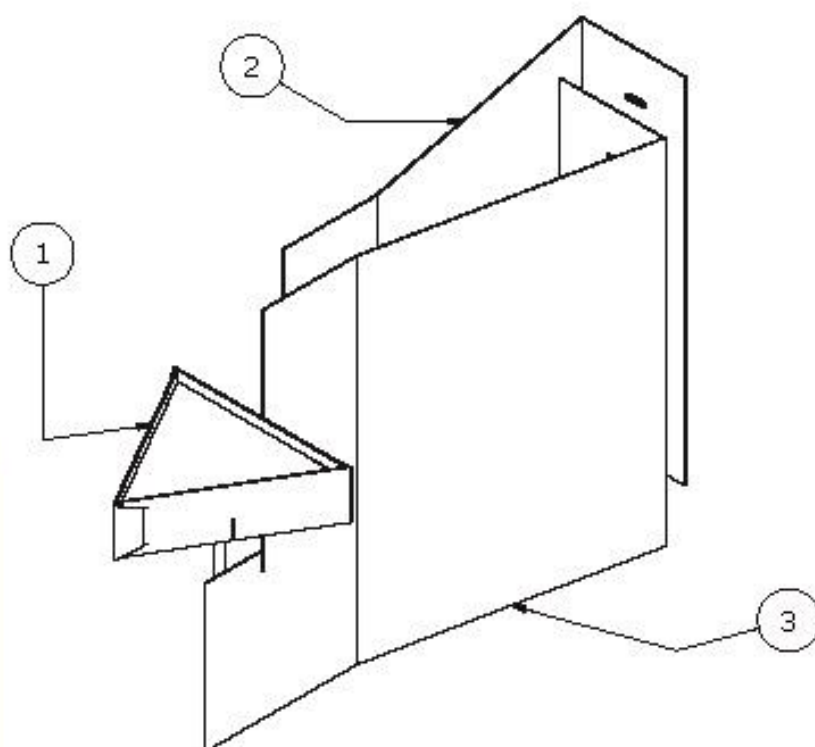


	Pontificia Universidad Católica del Ecuador		
	Facultad de Arquitectura Diseño y Artes		
	Alumna	Karen Muñoz Guzmán	Escala 1:10
	Director	D.I. William Uruña Tellez	
Fecha		12/01/2015	Contiene Estructura escritorio anotador
Unidad		mm	
			Lámina 6 de 11



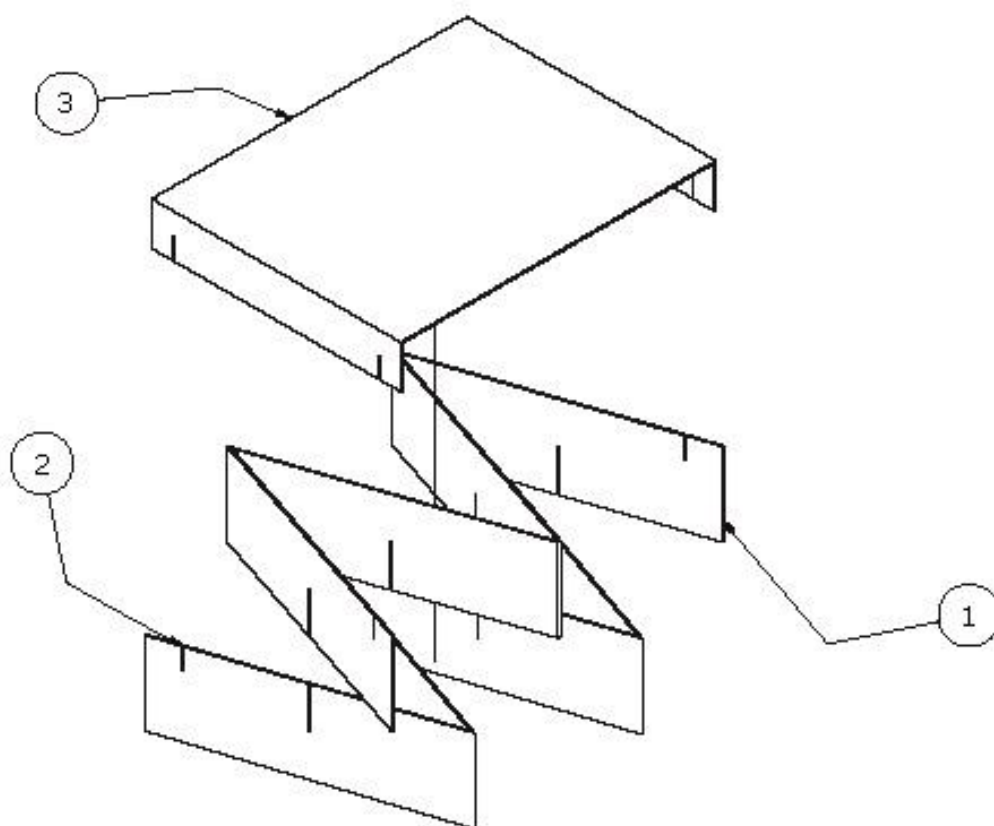
	Pontificia Universidad Católica del Ecuador		
	Facultad de Arquitectura Diseño y Artes		
	Alumna	Karen Muñoz Guzmán	Carrera de Diseño de Productos
	Director	D.I. William Uruña Tellez	
	Fecha	12/01/2015	Contiene Superficie escritorio anotador
	Unidad	mm	
			Escala 1:10
			Lámina 7 de 11

LISTA DE PIEZAS		
Nº	CTDAD	NOMBRE DE PIEZA
1	1	mesa instrumental
2	1	Divisor 1
3	1	Divisor 2



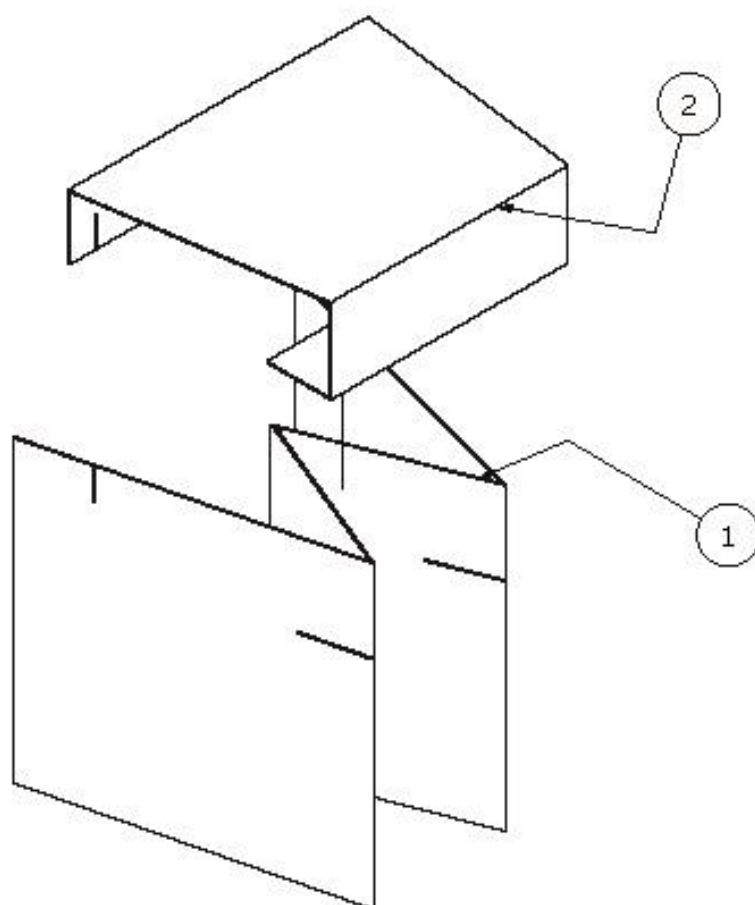
	Pontificia Universidad Católica del Ecuador Facultad de Arquitectura Diseño y Artes		
	Alunna	Karen Muñoz Guzmán	Carrera de Diseño de Productos
	Director	D.I. William Urueña Tellez	
	Fecha	12/01/2015	Contiene Despiece divisores y mesa instrumental
	Unidad	mm	
			Escala 1:20
			Lámina 8 de 11

LISTA DE PIEZAS		
Nº	CTDAD	NOMBRE DE PIEZA
1	1	estructura 1 superficie pisar
2	1	estructura 2 superficie pisar
3	1	superficie para pisar



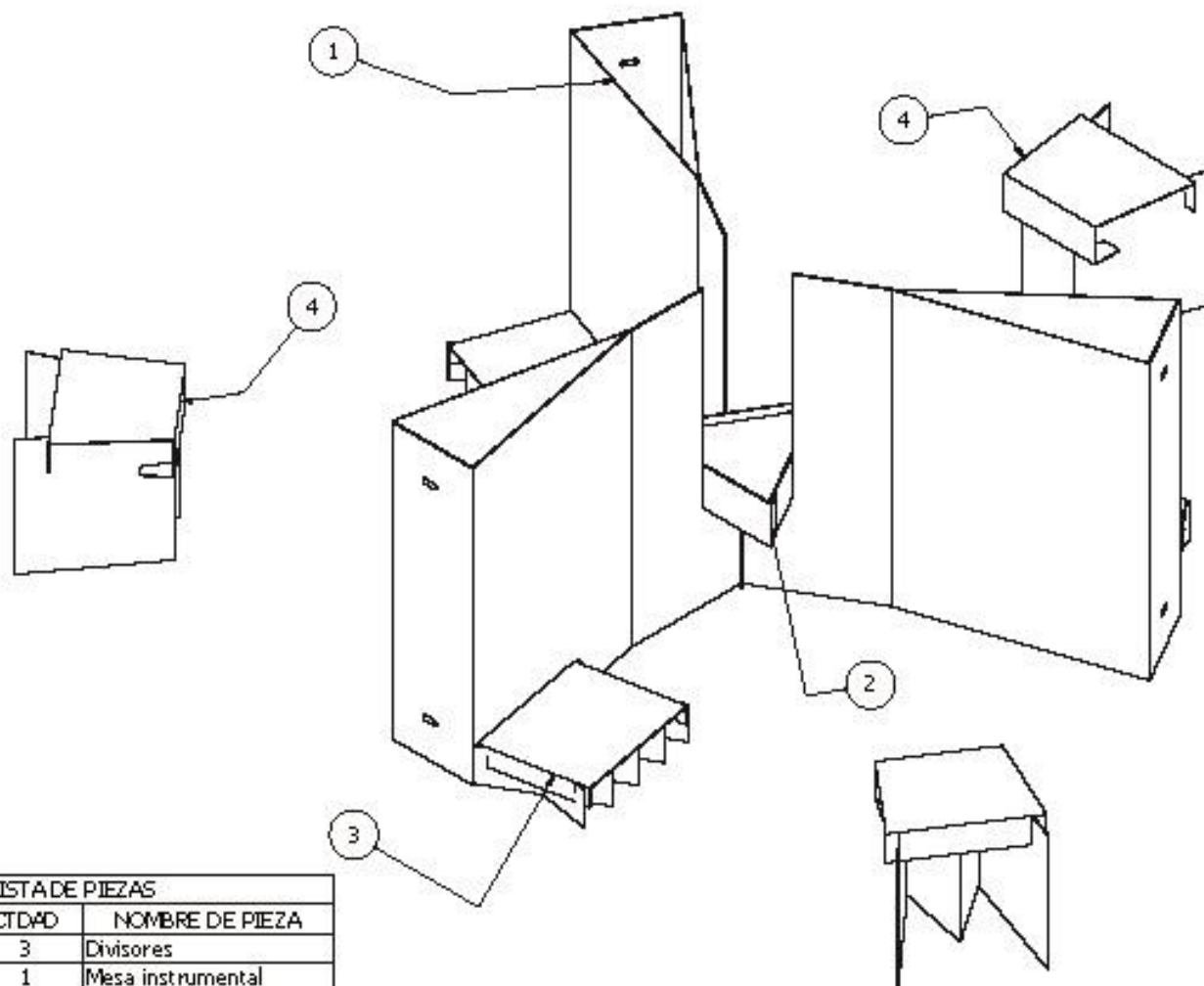
	Pontificia Universidad Católica del Ecuador Facultad de Arquitectura Diseño y Artes			
	Alunma	Karen Muñoz Guzmán	Carrera de Diseño de Productos	Escala 1:10
	Director	DI. William Uruña Tellez		
	Fecha	12/01/2015	Contiene Despiece superficie para pisar	Lámina 9 de 11
	Unidad	mm		

LISTA DE PIEZAS		
Nº	CTDAD	NOMBRE DE PIEZA
1	1	estructura escritorio
2	1	superficie escritorio



	Pontificia Universidad Católica del Ecuador			
	Facultad de Arquitectura Diseño y Artes			
	Alunma	Karen Muñoz Guzmán	Camera de Diseño de Productos	Escala 1: 10
	Director	D.I. William Urueña Tellez		
	Fecha	12/01/2015	Contiene Despiece escritorio del anotador	Lámina 10 de 11
	Unidad	mm		



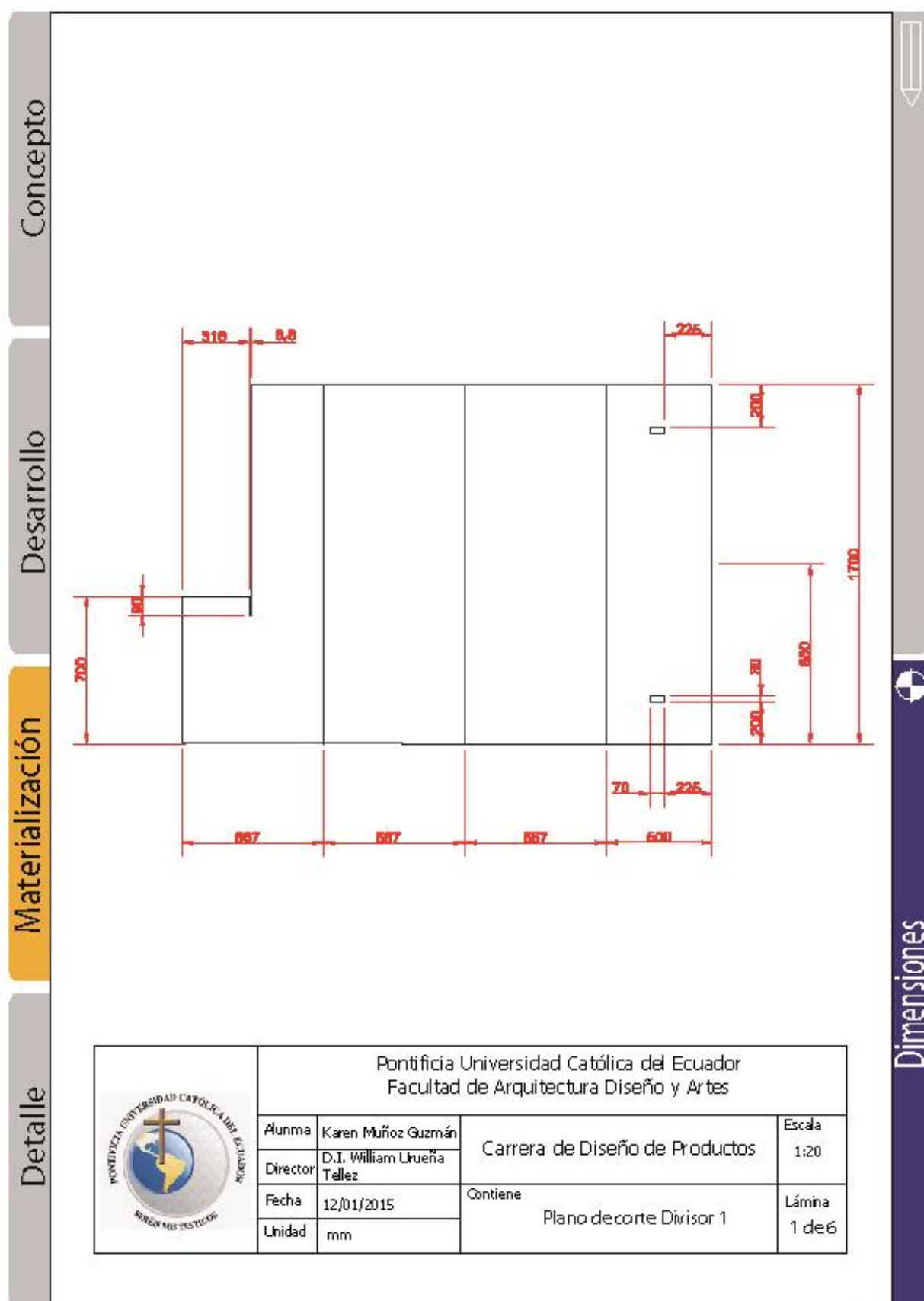


LISTA DE PIEZAS		
Nº	CTDAD	NOMBRE DE PIEZA
1	3	Divisores
2	1	Mesa instrumental
3	3	Superficie para pisar
4	3	Escritorio del anotador

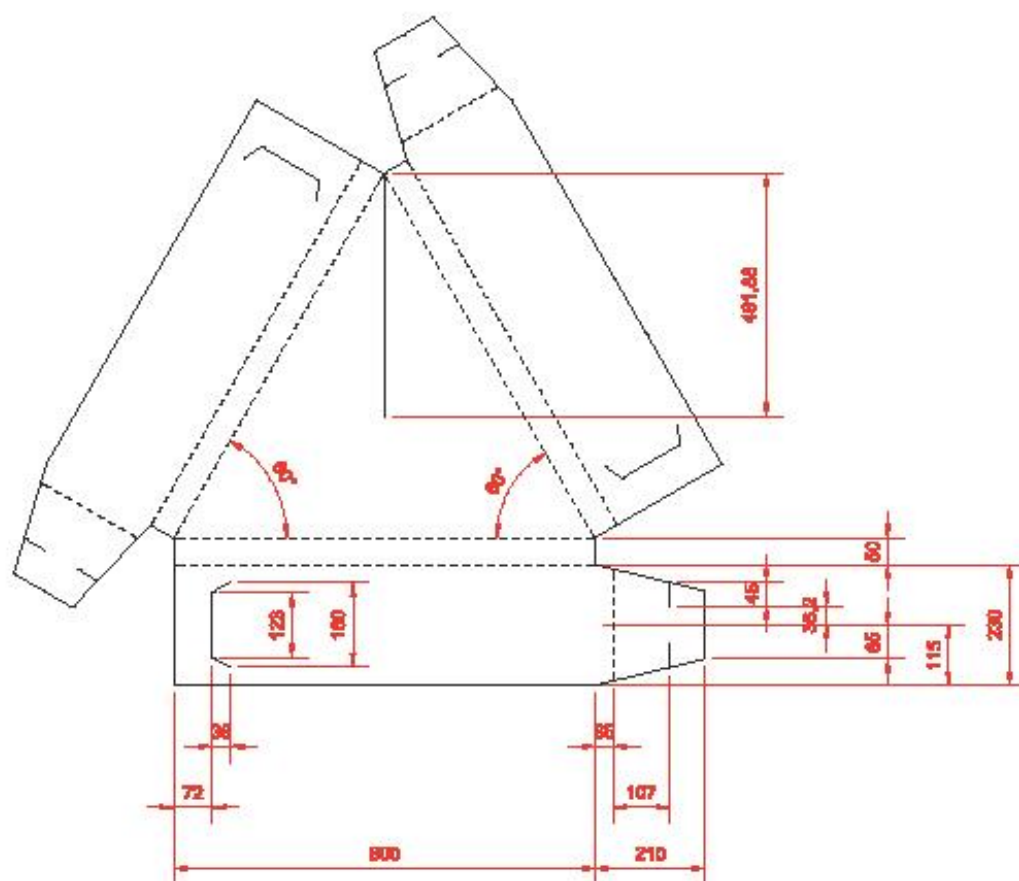
	Pontificia Universidad Católica del Ecuador			
	Facultad de Arquitectura Diseño y Artes			
	Alumno	Karen Muñoz Guzmán	Carrera de Diseño de Productos	Escala
	Director	D.J. William Urueta Torres		1:20
	Fecha	22/01/2015	Contiene Ensamble general equipamiento transitorio para estaciones de medición antropométrica	Lámina
Unidad	mm	11 de 11		




### 5.1.2. Planos de corte y doblado







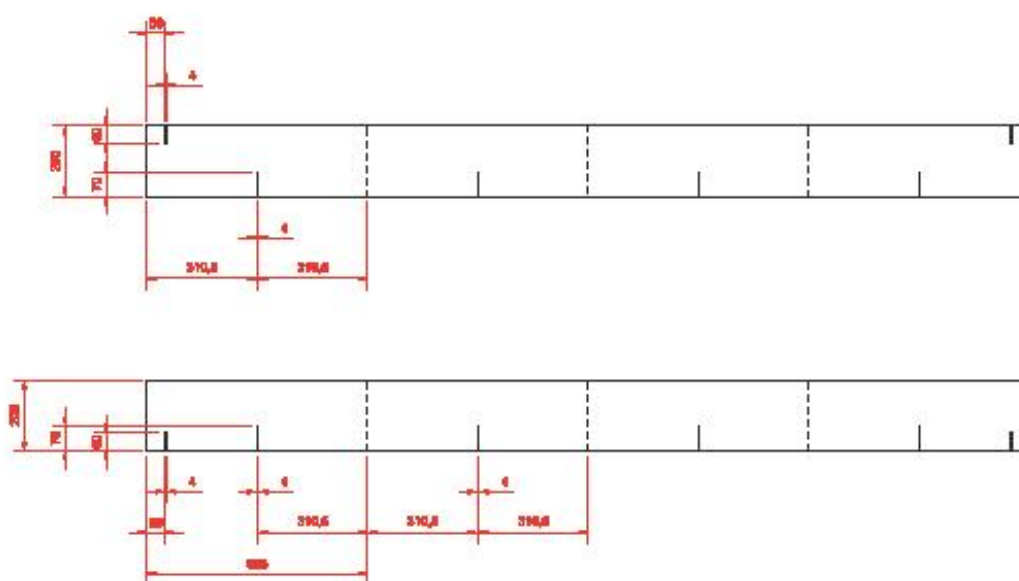
	Pontificia Universidad Católica del Ecuador		
	Facultad de Arquitectura Diseño y Artes		
	Alumna	Karen Muñoz Guzmán	Escala 1:20
	Director	D.I. William Urueña Tellez	
	Fecha	12/01/2015	Lámina 3 de 6
	Unidad	mm	
		Carrera de Diseño de Productos	
		Contiene Plano de corte mesa instrumental	


Concepto

Desarrollo

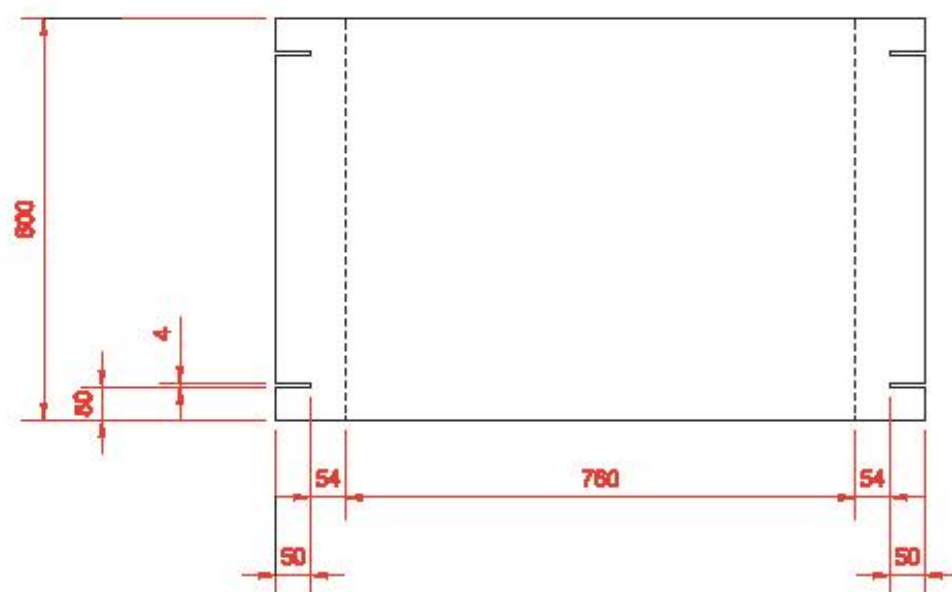
Materialización


Detalle



	Pontificia Universidad Católica del Ecuador Facultad de Arquitectura Diseño y Artes			
	Alunma	Karen Muñoz Guzmán	Carrera de Diseño de Productos	Escala 1:20
	Director	D.I. William Uruña Tellez		
	Fecha	12/01/2015	Contiene Plano de corte estructura para pisar	Lámina 4 de 6
	Unidad	mm		

Dimensiones



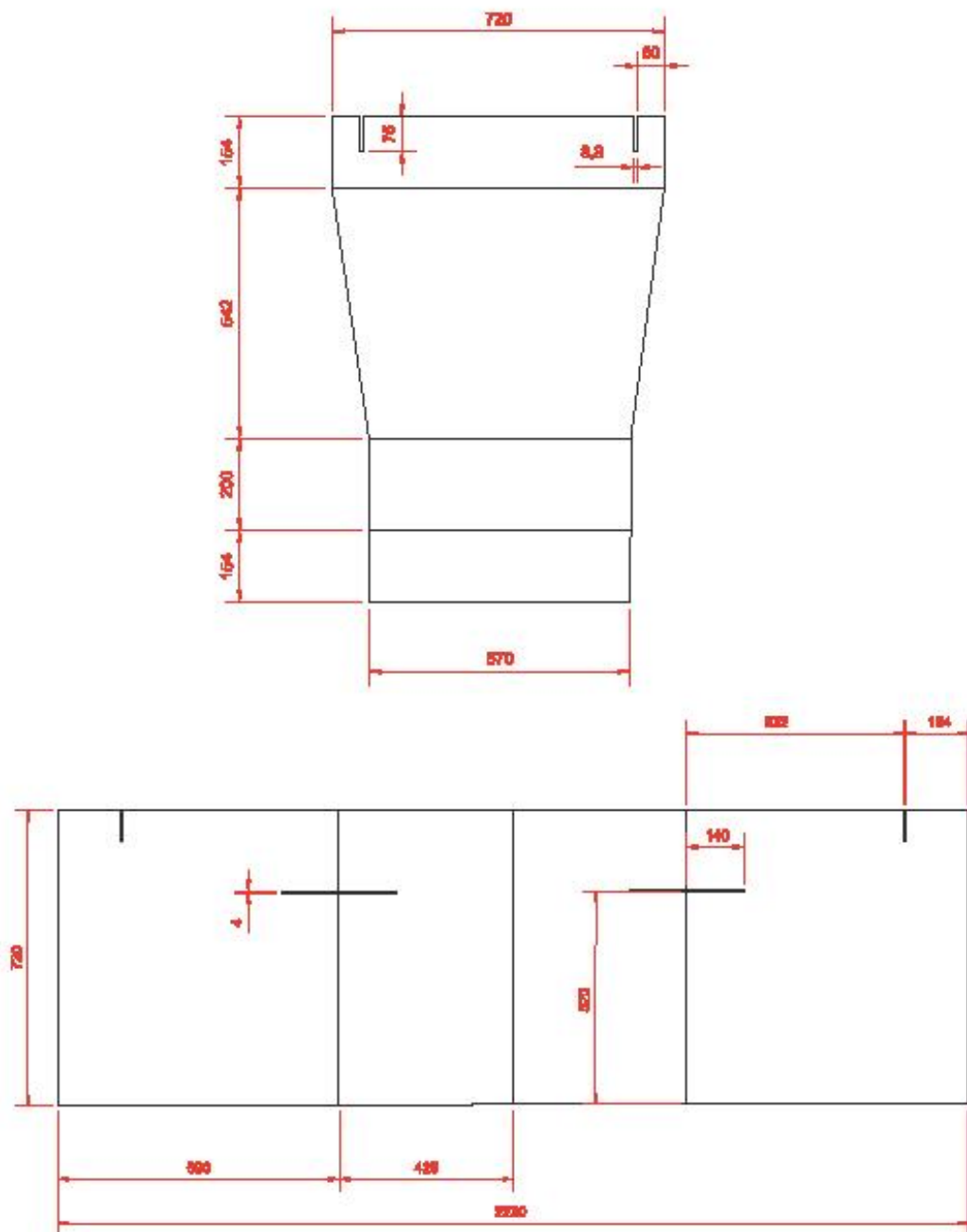
	Pontificia Universidad Católica del Ecuador Facultad de Arquitectura Diseño y Artes			
	Alumna	Karen Muñoz Guzmán	Carrera de Diseño de Productos	Escala 1:20
	Director	D.I. William Urueña Tellez		Lámina 5 de 6
	Fecha	12/01/2015	Contiene Plano de corte superficie para pisar	
	Unidad	mm		

Concepto

Desarrollo


Materialización

Detalle



	Pontificia Universidad Católica del Ecuador Facultad de Arquitectura Diseño y Artes			
	Alumna	Karen Muñoz Guzmán	Carrera de Diseño de Productos	Escala 1:20
	Director	D.I. William Uruña Tellez		
	Fecha	12/01/2015	Contiene Plano de corte escritorio del anotador	Lámina 6 de 6
	Unidad	mm		

Dimensiones

Concepto	Detalle propuesta final
Desarrollo	
Materialización	
Detalle	Compuesto por dos elementos que rodean el contenido, con dos planos uno frontal y uno posterior cubriendo así todos los lados.





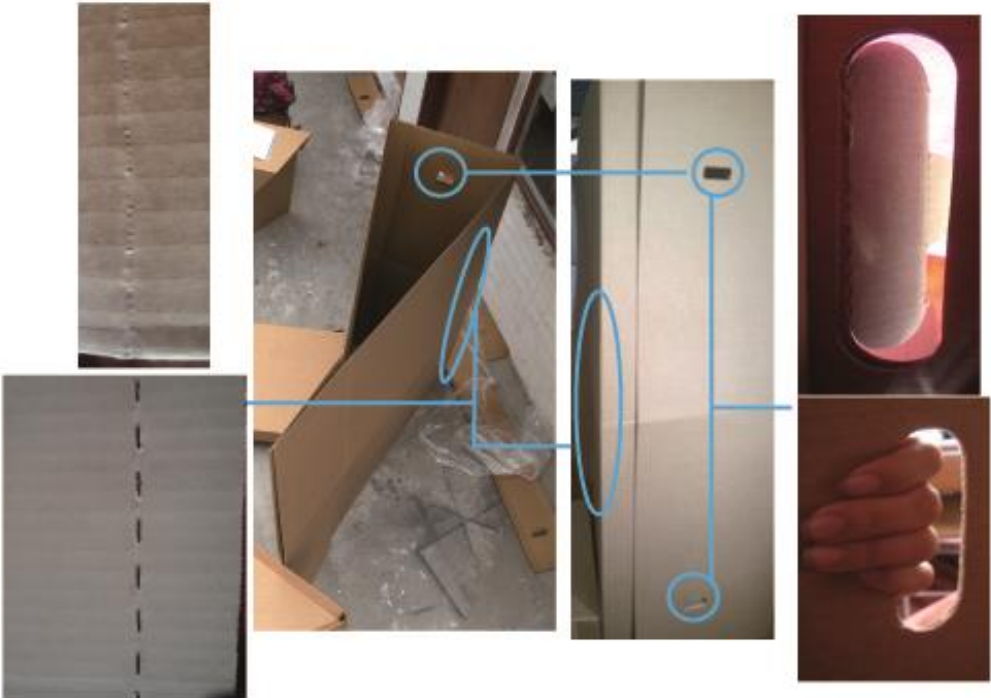
Concepto	Divisores
Desarrollo	
Materialización	
Detalle	<p>Divisores de 170cm de altura, compuesta por dos módulos formando una figura triangular para mejor estructura. Unión y sujeción de los módulos, mediante la introducción de un plano en un área de menor tamaño.</p>

Ilustración 42 Prototipo 2



Concepto	Mesa instrumental
Desarrollo	
Materialización	
Detalle	<p>Mesa instrumental conjunta con bordes en su contorno y cortes a cada uno de sus lados para ensamblar las paredes divisorias.</p> <p>Con un sistema de sujeción de los extremos de la figura, formados de un plano con cortes a sus lados mediante la inserción en una superficie plana con un corte, generando así la unión de cada lado formando la mesa instrumental.</p>

Ilustración 43 Prototipo 2


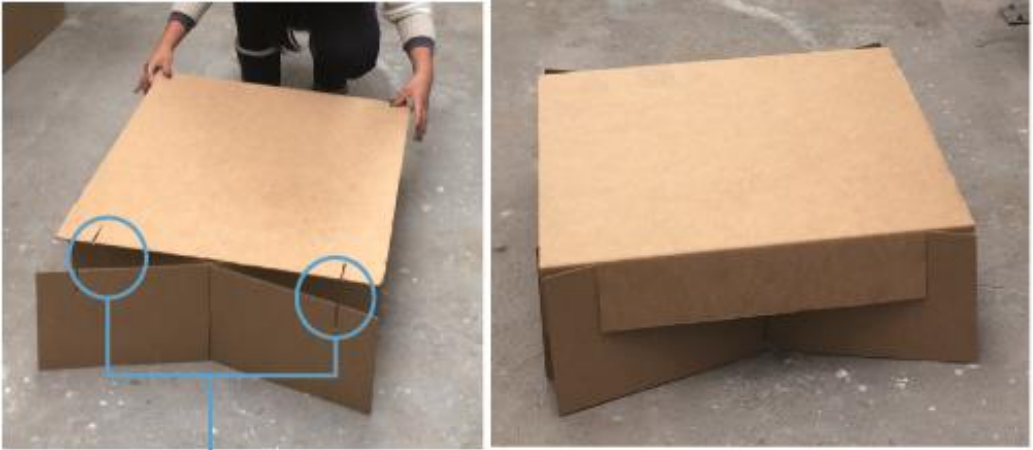

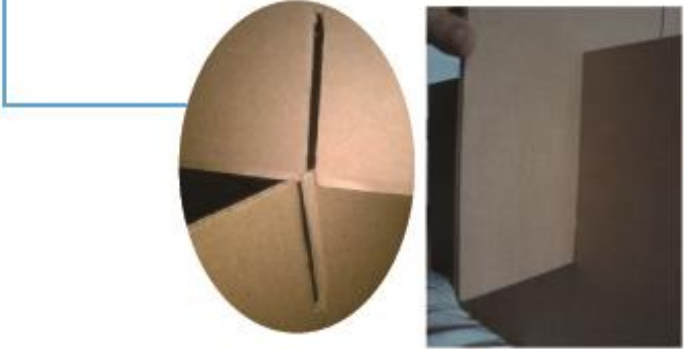

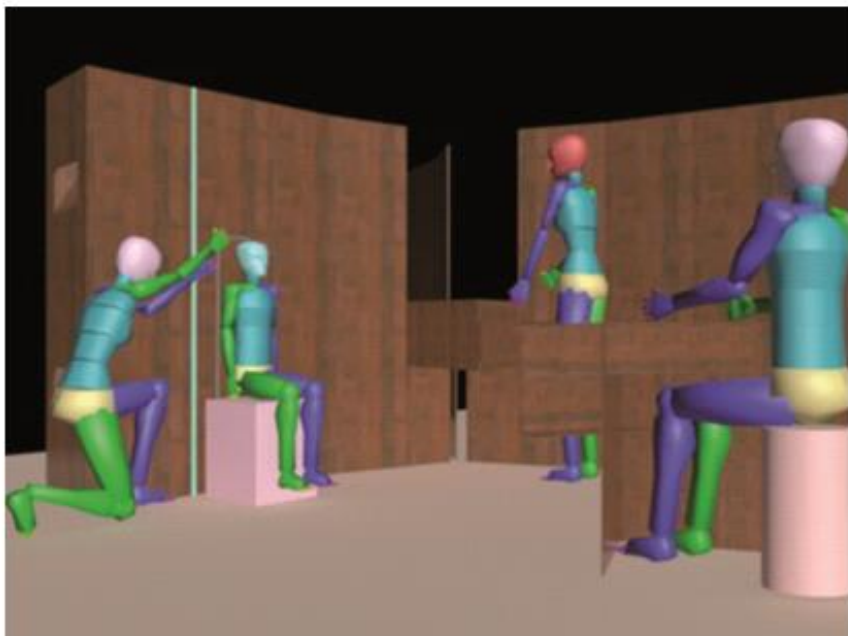
Concepto	<p>Superficie para pisar</p>	
Desarrollo		
Materialización		
Detalle	<p>De 20cm de altura, pensado como un elemento individual a las paredes divisorias.</p> <p>Penetración de un plano en otro mediante cortes permitiendo así la unión y sujeción de las dos piezas</p>	<p>Representación</p>

Ilustración 44 Prototipo 2

Concepto	<p>Escritorio para el anotador</p>	
Desarrollo		
Materialización		<p>Representación</p>
Detalle	<p>Con capacidad de soportar el peso de una laptop, y un área suficiente para la comodidad del usuario. Superposición de dos piezas mediante la penetración de un plano en otro con cortes, permitiendo así la unión y sujeción de las dos piezas</p>	

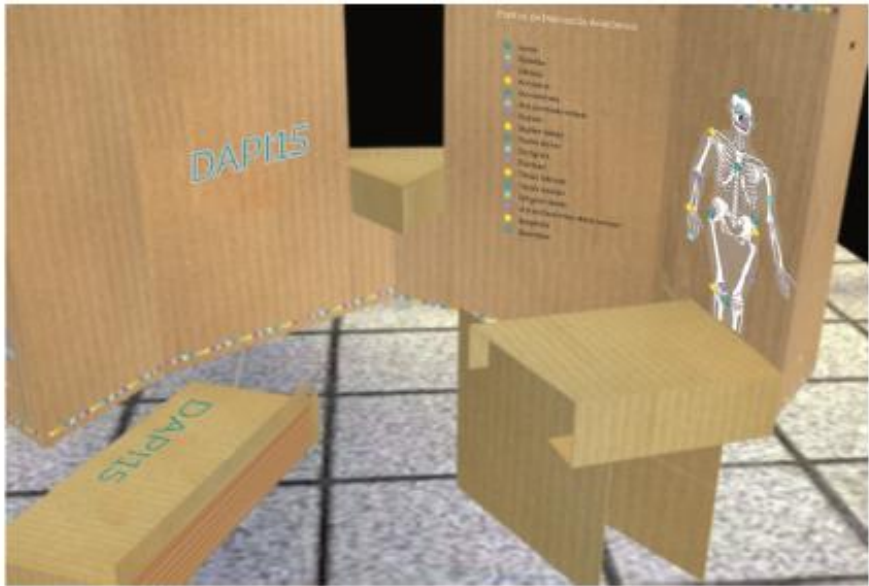
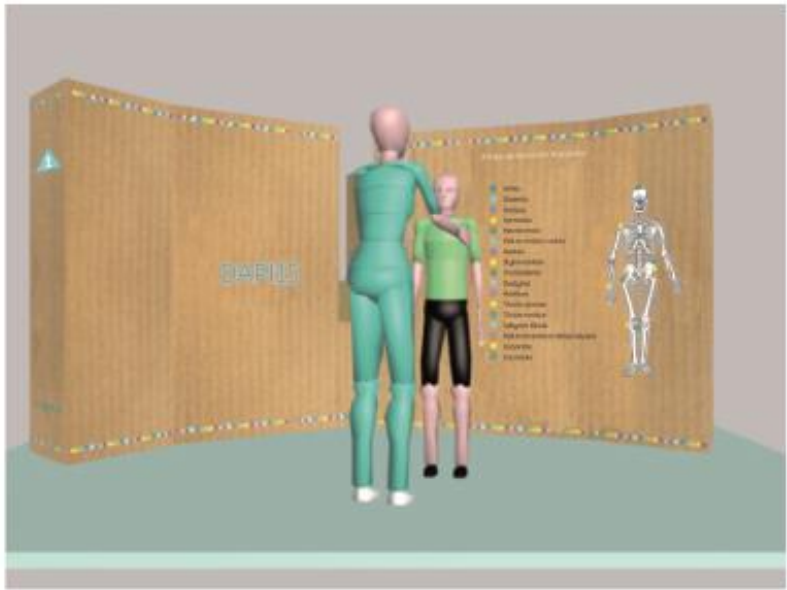
Ilustración 45 Prototipo 2

Concepto	Simulación digital	Usabilidad y operación
Desarrollo		
Materialización		
Detalle		

Estación de medición antropométrica con elementos requeridos para el proceso de toma de medidas, paredes divisorias con altura suficiente para dar privacidad al grupo de investigadores y al sujeto que va a ser medido, área libre para la comodidad del evaluador y del auxiliar, con una mesa instrumental conjunta, superficie para pisar descalzo con 20cm de altura y área para abarcar a una persona, en el caso del área de longitudes capaz de abarcar también la silla antropométrica y un escritorio en cada área pensado para el anotador y su comodidad durante el proceso de medición.

Ilustración 46 Simulación 2

## 5.2. Presentación



Concepto	Propuesta de diseño
Desarrollo	
Materialización	
Detalle	



Representación



### 5.3. Secuencia de uso

Concepto	Secuencia de uso		Usabilidad y operación
Desarrollo	<div>1 Abrir el paquete</div> <div></div>		
Materialización	<div>2 Desempacar los elementos de la estación de medición antropométrica</div> <div></div>		
Detalle			Representación

### 3 Desplegar los divisores para formar las cuatro áreas de la estación de medición.



### 4 Unir los divisores



## 5 Juntar los divisores armados





Concepto

Desarrollo

Materialización

Detalle

6

Desplegar la mesa instrumental



Usabilidad y operación



Representación

7

Unir las esquinas de la mesa instrumental



## 8

Ensamblar la mesa instrumental junto con los divisores ya establecidos



9

Desplegar la estructura del escritorio



10

Desplegar la superficie del escritorio



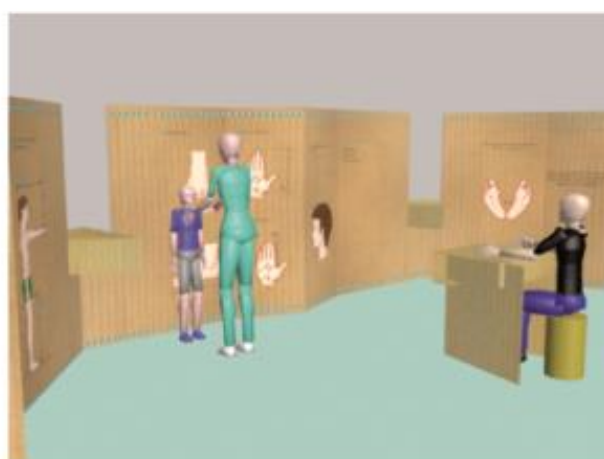
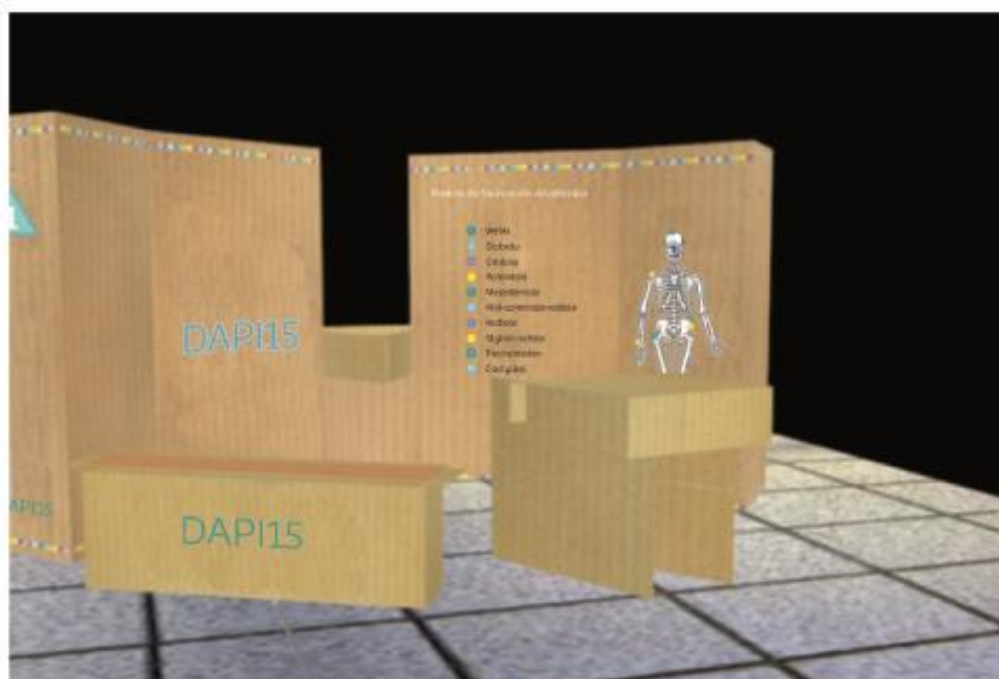


## 11

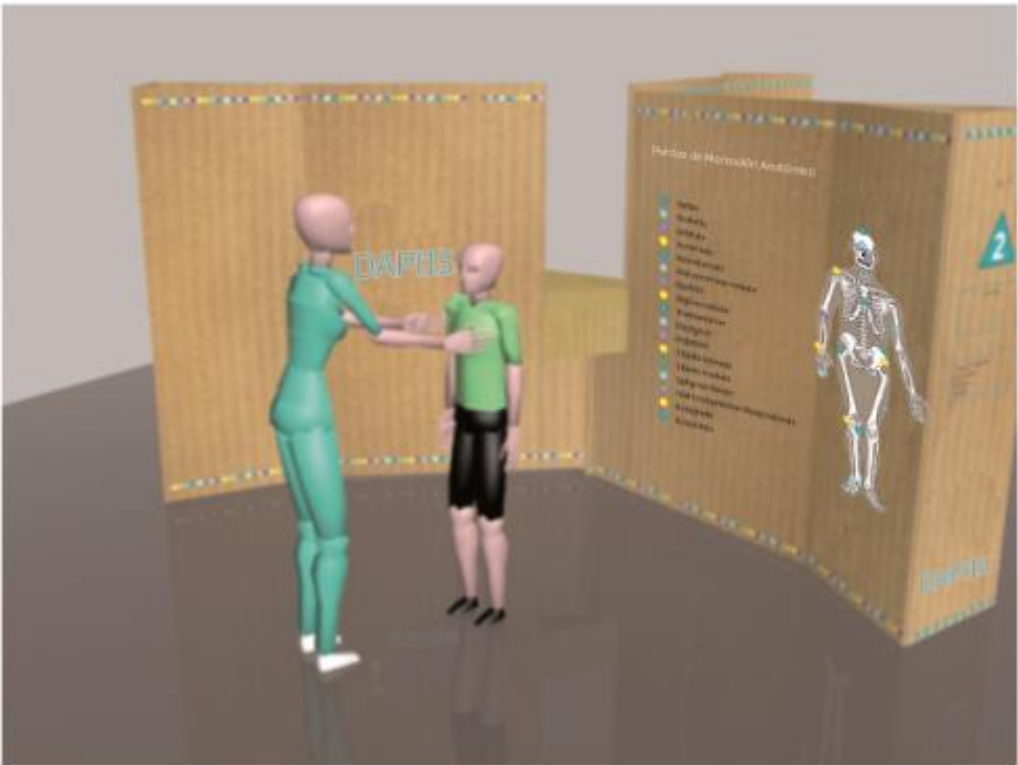
## Ensamblar el escritorio del anotador

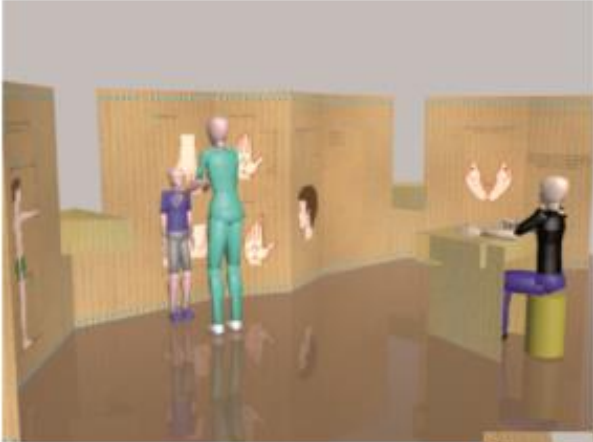



# Estación de medición antropométrica instaurada






#### 5.4. Áreas de medición

Concepto	Estación de medición antropométrica área 1	Usabilidad y operación
Desarrollo		
Materialización		
Detalle	Área de preliminares y marcación de puntos anatómicos	Representación

Concepto	Estación de medición antropométrica área 2	Usabilidad y operación
Desarrollo		
Materialización		
Detalle	Área de toma de medidas de saturación de O2, peso y longitudes en posición de pie	Representación



Concepto	Estación de medición antropométrica área 3	Usabilidad y operación
Desarrollo		
Materialización		Representación
Detalle	Área de toma de medidas de perímetros y pliegues cutáneos	

Concepto	<p>Estación de medición antropométrica área 4</p>	<p>Usabilidad y operación</p> 
Desarrollo		
Materialización		<p>Representación</p> 
Detalle	<p>Área de toma de medidas de longitudes en posición sedente</p>	

### 5.5. Prototipo Final

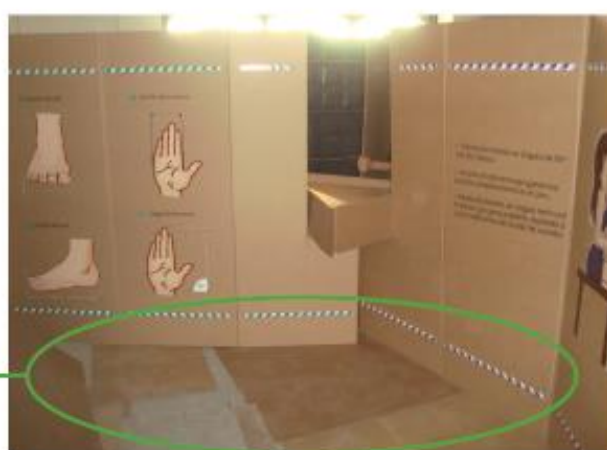
Una vez cumplido con el ensayo y verificación del prototipo inicial y con este aprobado el concepto de diseño, se mejoró los aspectos que se detectaron y se evidencian en la tabla de comprobación, en base al resultado de la validación se desarrolló el prototipo final después de haber asistido a los talleres impartidos por ISAK para DAPI-15, quienes mostraron gran interés ante este proyecto.

El presente prototipo se realizó con la técnica de corte a mano, debido a que el presupuesto destinado para prototipos de DAPI-15 se utilizó en la fabricación del prototipo inicial con la técnica ya explicada anteriormente.



## Áreas de trabajo y función de divisores perfeccionado

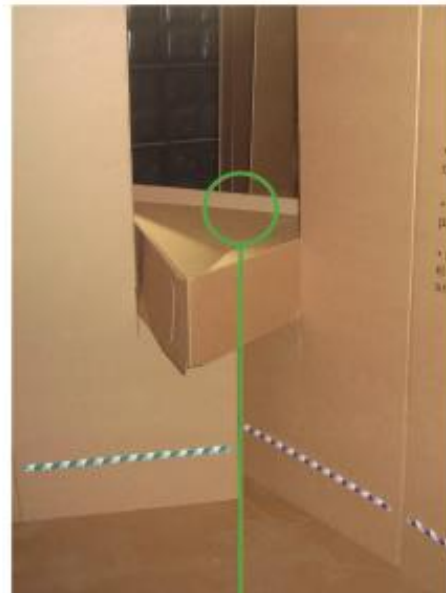
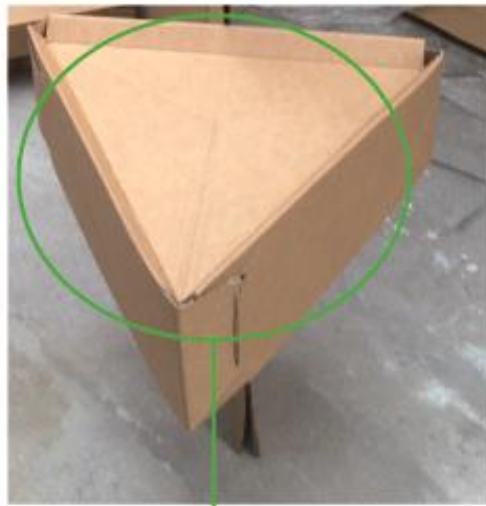
Altura suficiente para generar privacidad,  
genera estructura con dobleces y con la  
unión de dos piezas en triángulo



Amplias áreas  
de trabajo



## Mesa instrumental perfeccionado

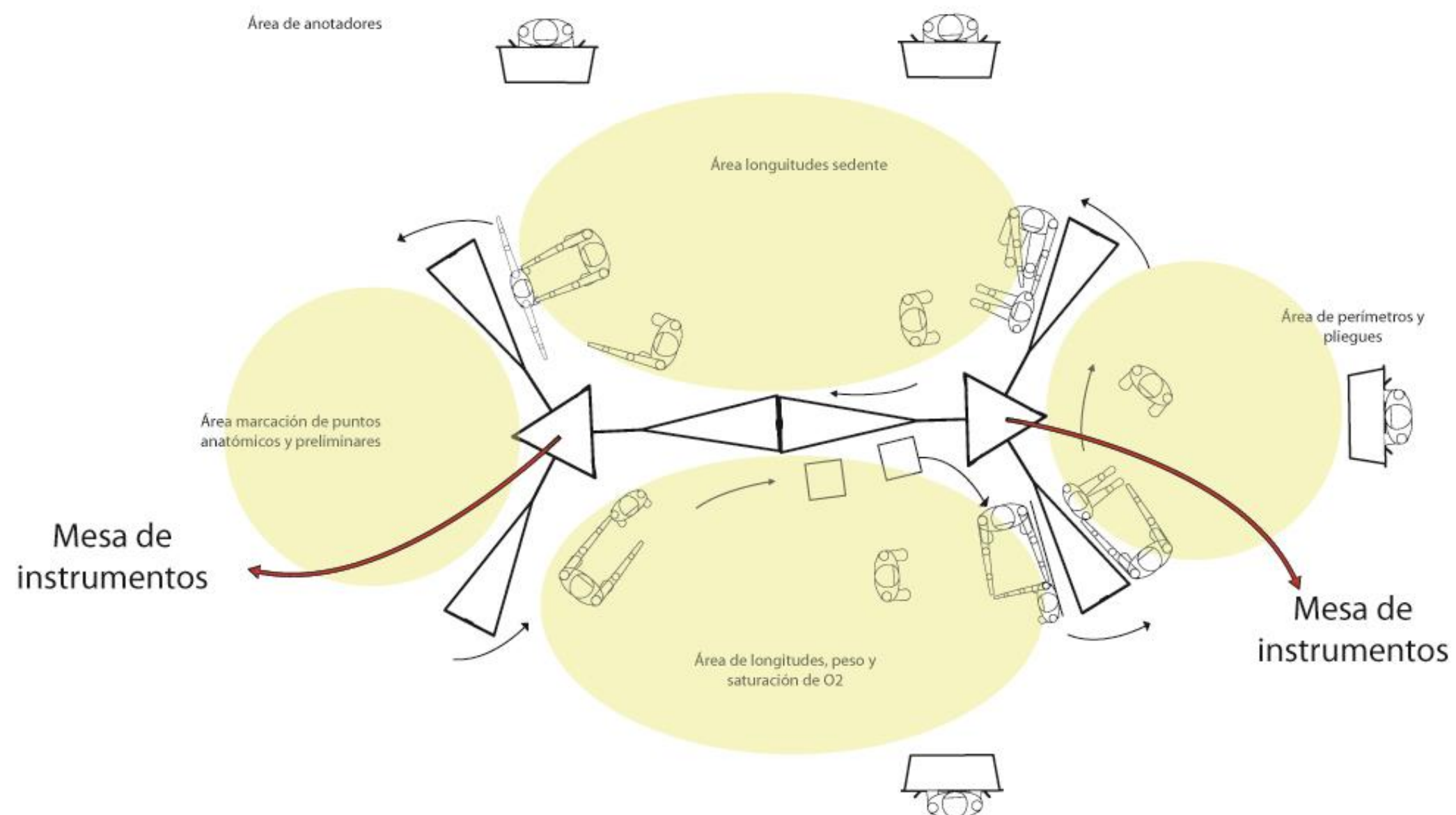










Mesa instrumental con bordes en su contorno para impedir que caigan las herramientas y piezas tubulares del antropómetro





Lo que se va a lograr con el equipamiento para  
estaciones de medición antropométrica



Concepto		
Desarrollo		
Materialización		
Detalle		

Con esto se aclara las mejoras en la propuesta de diseño final, tomando en cuenta el listado de requisitos y con la guía del concepto de diseño, es evidente los cambios del primer prototipo con respecto al último, pero es importante aclarar que el concepto es el mismo para los dos prototipos, siendo el prototipo final la versión mejorada del prototipo inicial basándose en los resultados del ensayo y verificación, de tal manera que cambian detalles de estructura, altura y aspectos de distribución y a la vez cumple con los objetivos planteados en este proyecto, es aquí donde termina el presente trabajo de fin de carrera con la entrega del prototipo de la propuesta definitiva a DAPI-15 como cliente directo, quien se encargará de realizar una pres serie para usarse y ajustar los últimos detalles de ser necesario.

#### 5.6. Procesos de producción

En este proyecto existen dos tipos de procesos de producción, el primero es la producción del equipamiento transitorio para estaciones de medición antropométrica y el segundo es el proceso de producción en la estación de medición, es decir cuando ya se ha establecido el equipamiento, dando como producto final niños medidos.

##### 5.6.1. Proceso de producción del equipamiento transitorio para estaciones de medición antropométrica

Antes de ejecutar el prototipo final se fabricó un módulo de la estación en una fábrica de cartón corrugado con el fin de realizar una prueba de las líneas de doblado con la técnica de grafado, los detalles y cortes se realizaron con la técnica de corte a mano



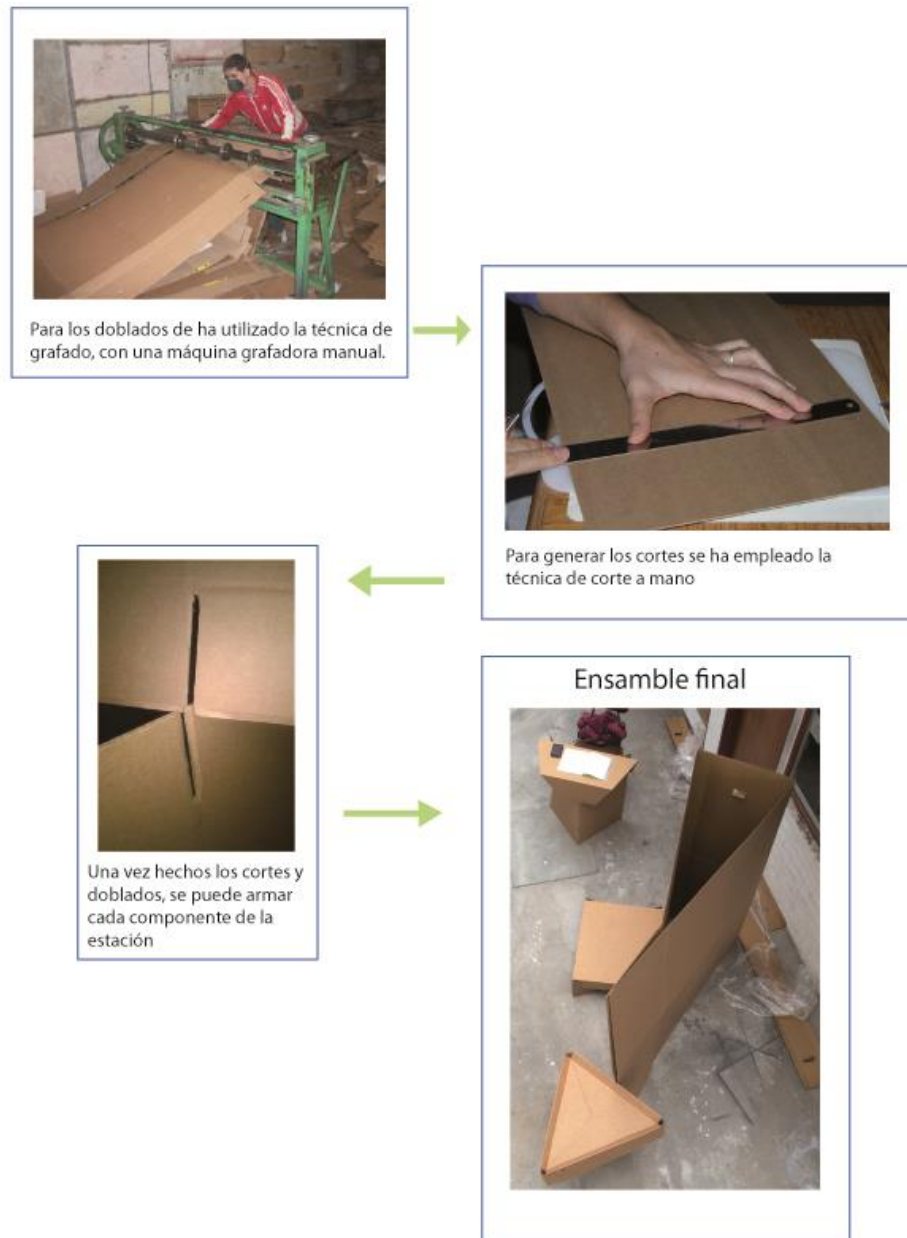


Ilustración 47 Proceso de fabricación

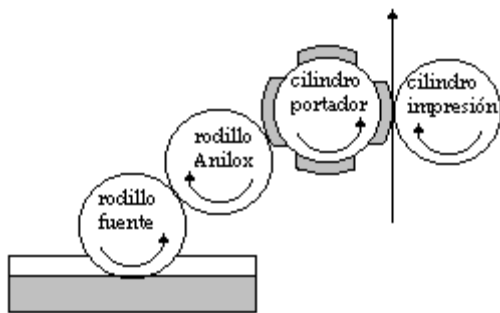
Lamentablemente para la fabricación del prototipo final no se contó con el presupuesto necesario para realizar lo más próximo a la realidad que es en una fábrica de cartón corrugado ya que la cotización de toda la estación de medición sobrepasaba los 1000 dólares y se realizó con la técnica de corte a mano como se ha practicado en la academia.

El proceso de fabricación real del equipamiento para estaciones de medición antropométrica se basa en un proceso similar a la fabricación de cajas de cartón, en algunas empresas ecuatorianas se utilizan máquinas grafadoras y ranuradoras semiautomáticas, esta máquina consta de un sistema de rodillos con cuchillas circulares que se encargan de grafar (marcar las hendiduras por donde se va a doblar) o de cortar.



Fuente: [http://www.infocomercial.com/p/maquina-para-fabricar-caja-de-carton\\_114863.php](http://www.infocomercial.com/p/maquina-para-fabricar-caja-de-carton_114863.php)

A esta se le suma la máquina de impresión flexográfica, que al igual que la anterior consta de un sistema de rodillos que permite la impresión sobre la superficie del cartón corrugado.



Fuente <http://flexografia.com/portal/modules.php?name=Content&pa=printpage&pid=99>

Proceso:



Ilustración 48 Proceso de fabricación

### 5.6.2. Proceso de producción en la estación de medición antropométrica

En cuanto al proceso de producción en la estación de medición, se han agrupado las medidas relacionadas entre sí, acorde a los instrumentos de medición necesarios y lo más importante

agrupando según los tiempos para que el proceso tenga flujo continuo, pasando por cada área de medición sin interrupción, teniendo como resultado lo siguiente.

Tabla 24 Proceso de producción

	Orden	Nº	Medidas	Nº Evaluador es	Tiempo individual en segundos	Tiempo total en segundo	Tiempo total en minutos
1	Marcación			1	540	540	9
2	Peso, oxímetro y Longitudes de pie	33	Peso	3	21	390	6.5
		34	Oxímetro		10		
		1	Estatura		25		
		2	Alcance mínimo frontal funcional		41		
		3	Alcance máximo frontal funcional		15		
		4	Altura nudillo suelo		23		
		11	Ancho del pie		15		
		12	Largo del pie		15		
		20	Ancho de la mano		15		
		21	Largo de la mano		15		
3	Perímetros y pliegues	24	Perímetro de tórax	3	27	396	6.43
		25	Perímetro de cintura		23		

		26	Perímetro de cadera		48		
		27	Perímetro de muslo		11		
		28	Perímetro de pantorrilla		29		
		29	Perímetro medio del brazo		22		
		30	Perímetro de muñeca		10		
		31	Tricipital		13		
		32	Subescapular		10		
4	Perímetros y longitudes sedente	22	Perímetro cefálico	3	20	369	6.13
		23	Perímetro de cuello		15		
		13	Altura poplítea		23		
		14	Altura de las rodillas		23		
		15	Altura del muslo		20		
		16	Altura codo asiento		20		
		17	Ancho bideltoidio		21		
		18	Ancho entre codos		21		
		19	Ancho de caderas		21		
5		5	Altura sentado	3	40	396	6.43

	Longitudes sedente	6	Altura ojo asiento		30		
		7	Altura hombro asiento		30		
		8	Distancia glúteo rótula		31		
		9	Distancia glúteo poplíteo		31		
		10	Profundidad del abdomen		31		
Total		35		13		2070	34.49

De tal manera que existen cuatro áreas en la estación de medición y se han agrupado: En el área 1 corresponde a marcaciones de los puntos antropométricos y preliminares, en el área dos peso, oxímetro y longitudes de pie, en el área tres corresponde a perímetros y pliegues cutáneos y en el área cuatro longitudes en posición sedente y una parte de perímetros, como se puede observar en el capítulo 5

### 5.7. Costos del proyecto

Se detalla a continuación los gastos generales del proyecto, con la tecnología ya mencionada.

Tabla 25 Tabla de costos

Detalle	Valor unitario	Valor total
Planchas de cartón doble	\$11	\$154
Planchas de cartón simple	\$7	\$49
Trabajo de grafado	\$20	\$420
Trabajo de cortado	\$20	\$420
Impresión en vinilos	\$12.25	\$128
Corte en vinilo	\$30	\$30
	<b>SUB TOTAL</b>	\$1201

<b>Prototipo inicial</b>	\$250
<b>Total</b>	\$1451

También se adjunta la cotización del proyecto completo realizado por una fábrica de cartón corrugado

**COTIZACION N°:**



Pifo, Barrio Amazonas, Pasaje Amazonas S/N y Vía Pía Daniela

Tel: (02) 214-5106 / 214-5107 Fax: 0214-5108 Cel.: 084682496

E-mail [corrucart@corrucart.com.ec](mailto:corrucart@corrucart.com.ec)

[www.corrucart.com.ec](http://www.corrucart.com.ec)

Quito – Ecuador

**CLIENTE:** KAREN MUÑOZ

**ATENCION:** KAREN MUÑOZ

**E-MAIL:** [jany\\_03mg@hotmail.com](mailto:jany_03mg@hotmail.com)

A continuación ponemos en su conocimiento nuestra propuesta de precios para la elaboración de:

Cantidad	Producto	Material	Largo	Ancho	Alto	Impresión	P.Unitario
2	planchas de cartón	K200C	1100		1100	sin impresión	\$36,00
4	planchas de cartón	K350BC	2230		720	sin impresión	\$46,00
12	planchas de cartón	K350BC	2500		1700	sin impresión	\$112
4	planchas de cartón	K200C	1050		720	sin impresión	\$22
1	planchas de cartón	K200C	2240		2120	sin impresión	\$135

## Conclusiones

El presente trabajo de fin de carrera se ha desarrollado como parte del proyecto de investigación DAPI-15, ha sido un reto que se ha ido desarrollando paso a paso ampliando el conocimiento adquiridos en la investigación, donde se ha cumplido con cada uno de los objetivos planteados, el equipamiento transitorio para estaciones de medición antropométrica como se ha demostrado ordena el proceso de medición mediante la división de áreas, las mismas destinadas a grupos específicos de medidas a tomar, con una rutina ya establecida a recorrer pasando por cada área de la estación de medición.

También colabora con el proyecto de investigación al que pertenece este TFC diseñando el equipamiento que se ha requerido con las especificaciones indicadas, además de haber realizado

un trabajo multidisciplinario con profesionales de nutrición, terapia física, diseño gráfico, ingeniería de procesos, técnicos en manejo de cartón corrugado, entre otros.

Se ha logrado cada etapa cumpliendo con los objetivos establecidos bajo la guía de la metodología del IBV orientada al usuario, donde se ha tratado aspectos ergonómicos, necesidades del usuario, perfil de usuario análisis de necesidades del usuario, entre otros conectando al sistema de referentes del diseño industrial donde el ser humano es la razón de ser del diseño, de esta manera se concibe el producto final con todos los aspectos teóricos y prácticos aplicados a un solo producto de diseño.

Personalmente ha sido un proyecto de mucha motivación no solo por ser un proyecto real que se va implementa, sino también porque ha permitido salir de la zona de confort para experimentar otras áreas del conocimiento donde se me ha dado la oportunidad de ser parte del grupo de evaluadores certificados por ISAK obteniendo también conocimiento en valoración antropométrica y ha dejado una experiencia rica no solo en el área académica, sino también en el área social y personal, es muy grato el entregar este trabajo de fin de carrera como aporte para DAPI-15 ya que es una investigación que no solo va a aportar con el diseño industrial o de productos en el área de factores humanos, sino también con el país por ser un proyecto de gran aporte para la base de datos antropométricos de la población infantil ecuatoriana, promoviendo el desarrollo de productos con la aplicación de datos antropométricos propios de la población ecuatoriana, también fortalecerá el desarrollo de ergonomía, antropometría y de diferentes áreas relacionadas.

## Recomendaciones

Con respecto a la parte del diseño general del equipamiento, tengo que recomendar:

- Hacer una prueba de la sujeción en la unión de las piezas que forman los divisores de cada área
- Con el escritorio para los anotadores recomiendo realizar otra prueba de la estructura del mismo
- Con el empaque se puede fortalecer e innovar, ya que se ha priorizado la función de proteger pero también se podría mejorar en cuanto a la configuración sensible del mismo
- Como fase de validación realizar una pre serie para el curso piloto antes de dar inicio a la medición antropométrica oficial.

Una recomendación general que puedo añadir con respecto a todos quienes forman DAPI-15 que es una investigación de gran importancia que tiene el aporte de diferentes entidades

externas y también dentro de la academia, es primordial dar el mérito necesario a todos los que se han tomado este proyecto como propio dándole la importancia que se merece un proyecto de esta magnitud, considerando este trabajo de fin de carrera uno de los aportantes para DAPI-15 y quien lo presenta, una estudiante de la PUCE formada bajo la pedagogía ignaciana procura que este proyecto no solo quede plasmado en un texto, si bien es cierto este TFC se va a producir también puede motivar a las próximas generaciones a crear un estación de medición estable teniendo como base el presente trabajo de fin de carrera, aplicando la responsabilidad social ya que como diseñadores por medio de nuestros productos podemos educar al usuario hacían una cultura más humana y amable es decir a una cultura no solo interesada en el beneficio propio sino también en el bien de la sociedad en general.



## Bibliografía

### Publicaciones

- Becker JP, (2009), *Las Normas ISO 11228 en el Manejo Manual de Cargas, México: XV congreso internacional de ergonomía SEMAC.*
- Estrada J, (1995), *Parámetros Antropométricos De La Población Laboral Colombiana*, Medellín Colombia: Universidad De Antioquia.
- Franky J, (2012), *El acto de Diseñar entre otras Quijotadas*: Inédito.
- García G, (2002), *La Ergonomía desde la visión Sistémica*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.
- Hall E, (1972), *La dimensión oculta*
- Herrera H, (1981), *Norma INEN 004 código de práctica cajas de cartón corrugado*, Quito Ecuador
- International Society for the Advancement of Kinanthropometry (ISAK), (s/a), *Estándares Internacionales para la Evaluación Antropométrica*, Argentina: ISAK.
- Mondelo P, Gregori E, Blasco J, Barrau P, (1998), *Ergonomía 3 Diseño de puestos de trabajo*
- Rincón O, (2010), *Ergonomía y Procesos de Diseño*, Bogotá Colombia: Pontificia Universidad Javeriana.
- Rodrigues M, (2010), *Principios para el abordaje macroergonómico*: Universidad Nacional de Colombia
- Rodríguez G, (s/a). *Manual de Diseño Industrial*. México: Editorial Gustavo Gili.
- Panero-Zelnik, (1996), *Las dimensiones humanas en espacios interiores*, México: Editorial Gustavo Gili.
- Page A, Porcar R, Solaz J, Blasco V, (s/a). *Nuevas técnicas para el desarrollo de productos innovadores orientados al usuario*: Instituto de Biomecánica de Valencia
- Saravia M, (2006), *Ergonomía de Concepción*, Colombia: Pontificia Universidad Javeriana.
- Universidad de Guadalajara, (1999), *Dimensiones antropométricas de los países de México, Cuba, Colombia, Chile y Venezuela*, México.
- Urueña W, (2014), *Proyecto de investigación DAPI-15*, Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Quito Ecuador.

## Publicaciones en línea

Determinación de parámetros básicos de aptitud física de la población ecuatoriana, disponible en

<http://www.efdeportes.com/efd197/aptitud-fisica-de-la-poblacion-ecuatoriana.htm>

Segovia, F, (2011), *Antropometría*, disponible en

<http://perfilantropometrico.blogspot.com.ar/>.

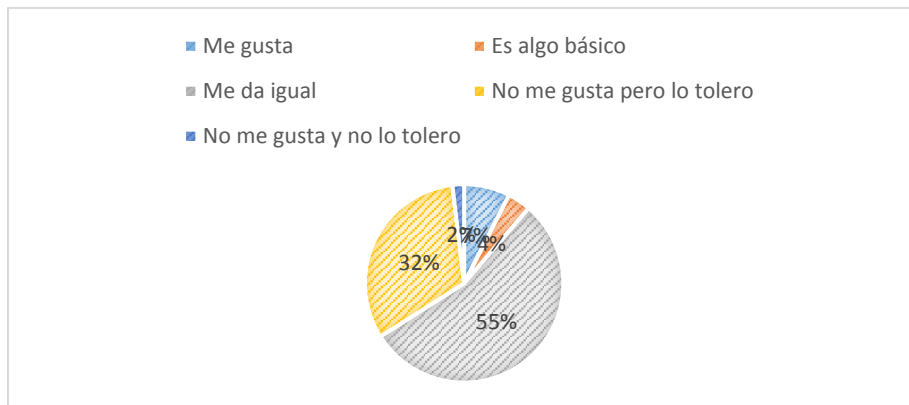
## Anexos

### Anexo 1 Cuestionario para la determinación de oportunidades de mejora (aplicación del modelo de Kano)

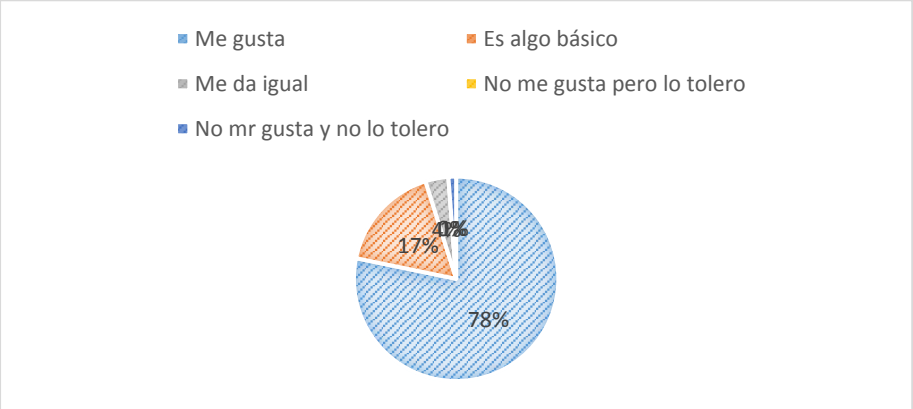
#### 1. ¿Qué te parece si el equipamiento de apoyo es armable y se puede empacar? \*\*\*



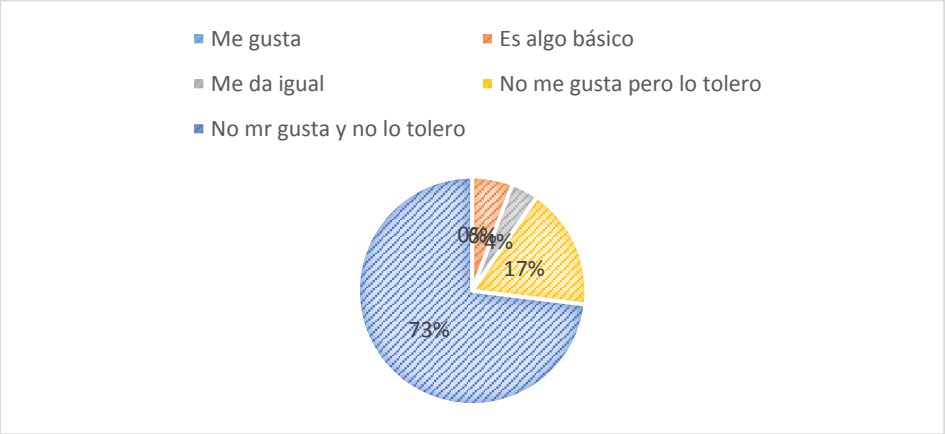
#### 2. ¿Qué te parece si el equipamiento de apoyo no es armable y no se puede empacar? \*\*\*



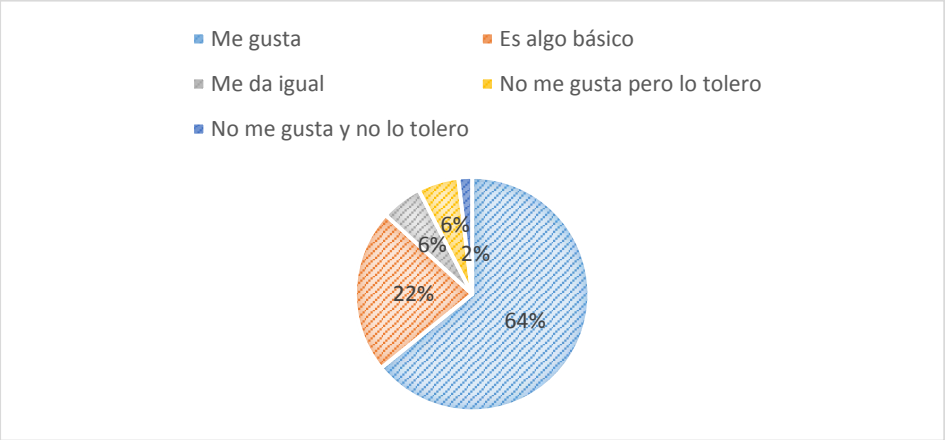
#### 3. ¿Qué te parecería si la superficie para las herramientas posee un borde alrededor? \*\*



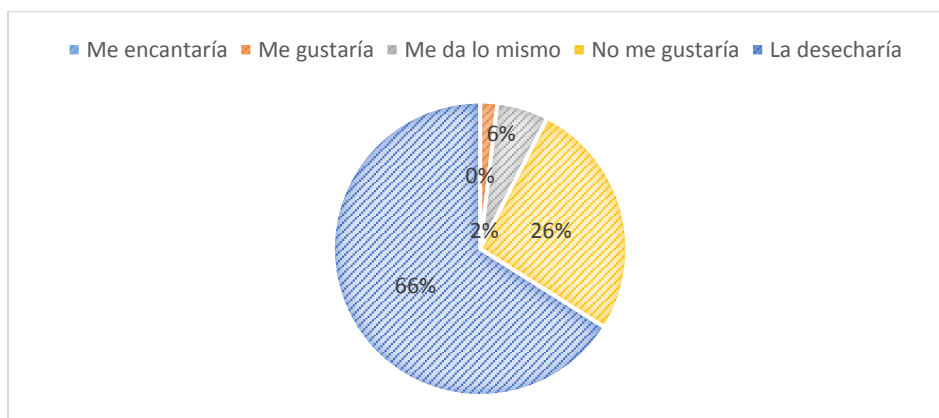
4. ¿Qué te parecería si la superficie para las herramientas no posee un borde alrededor? \*\*



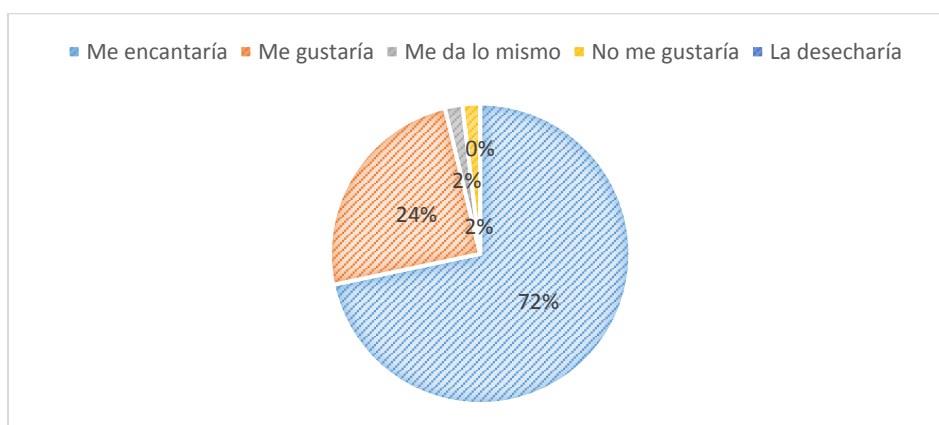
5. ¿Qué te parecería si posee divisiones en el área de medición? \*\*



6. ¿Qué te parecería si no posee divisiones en el área de medición? \*\*



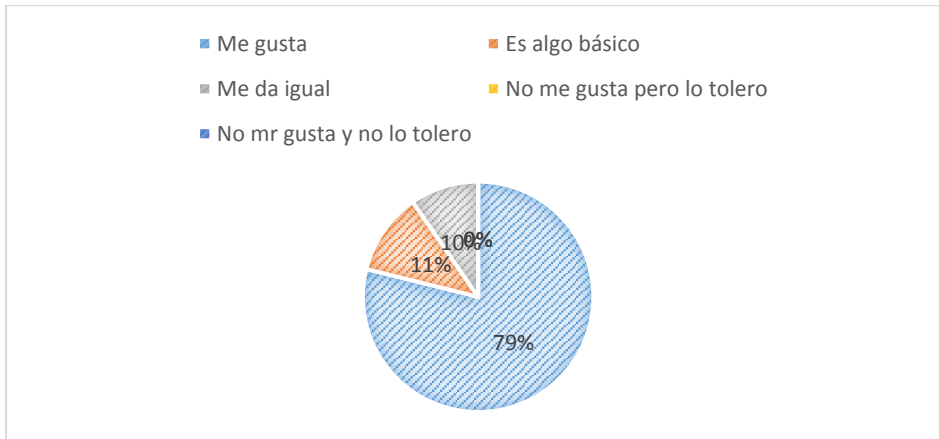
### 7. ¿Qué te parecería si organiza el proceso de medición? \*\*



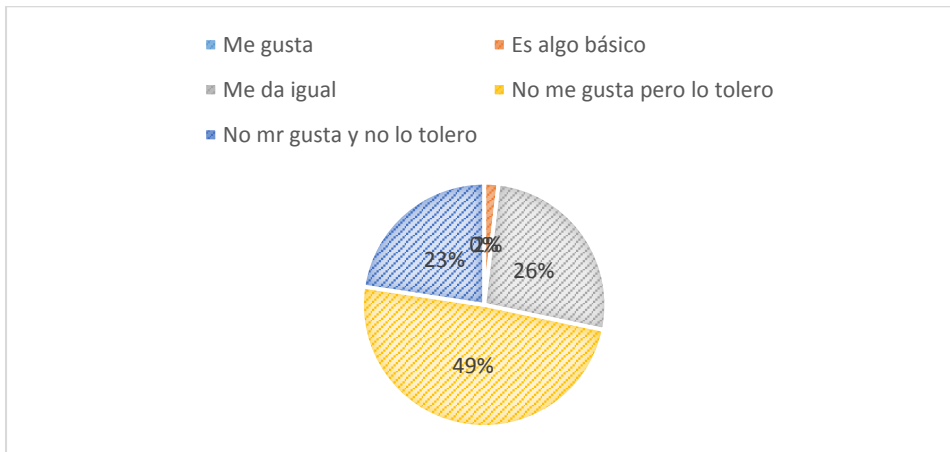
### 8. ¿Qué te parecería si no organiza el proceso de medición? \*\*



### 9. ¿Qué te parecería si cualquier persona adulta puede utilizar? \*\*



10. ¿Qué te parecería si cualquier persona adulta no puede utilizar? \*\*



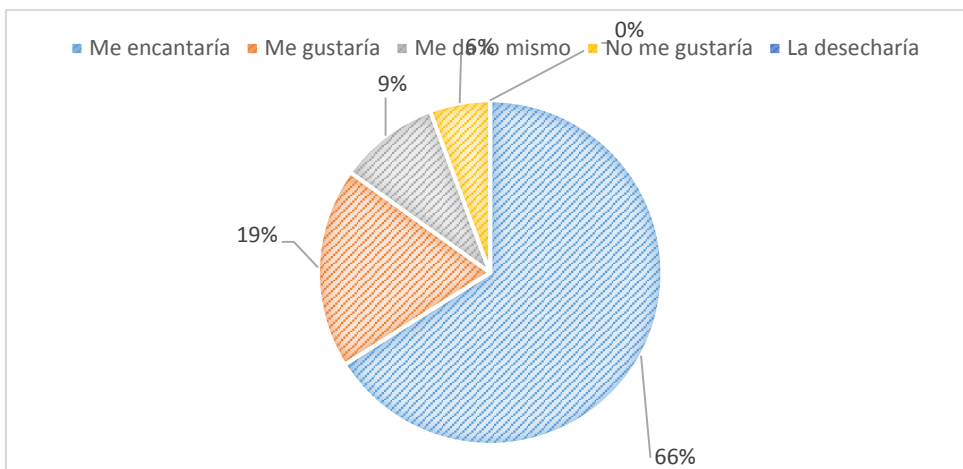
11. ¿Qué te parecería si permite interactuar con el grupo de investigación? \*\*



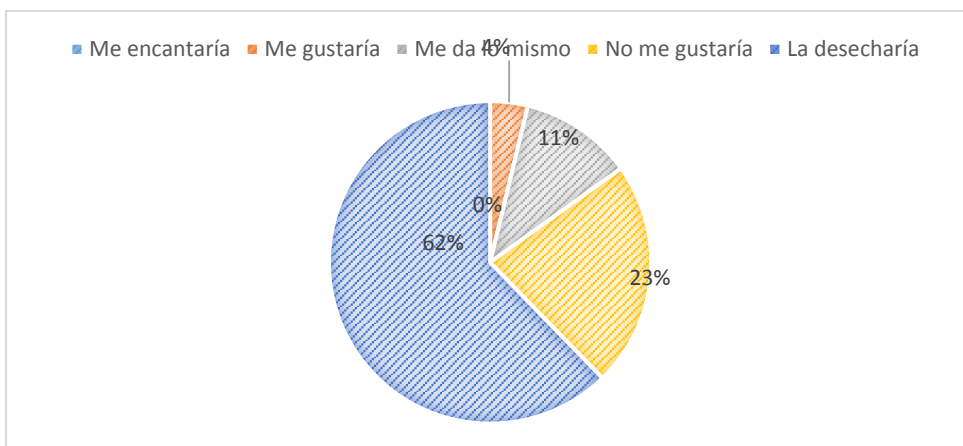
12. ¿Qué te parecería si no permite interactuar con el grupo de investigación? \*\*



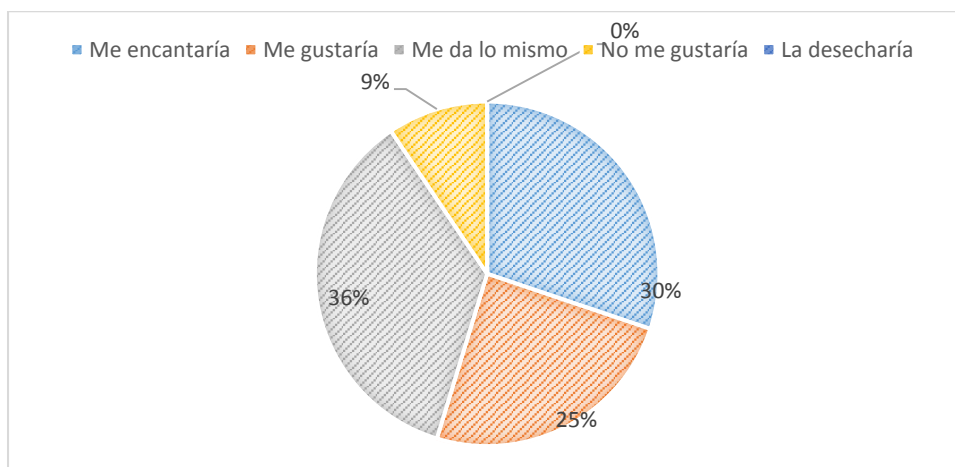
### 13. ¿Qué te parecería si es fácil de utilizar? \*\*



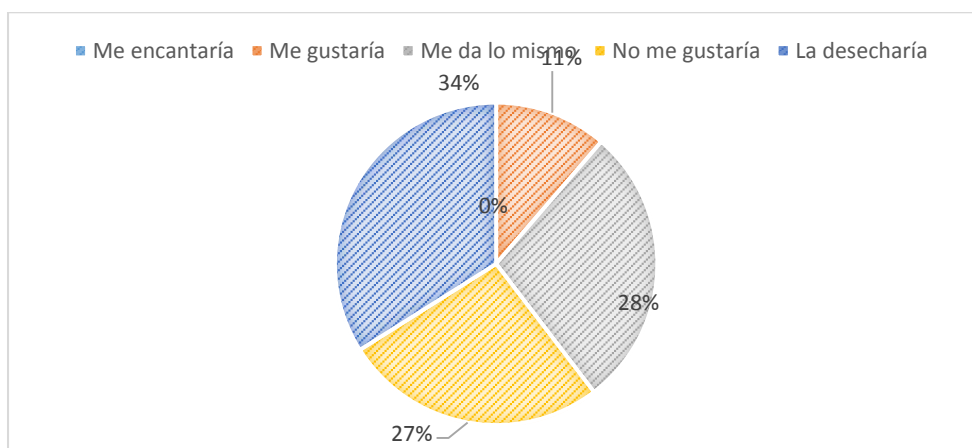
### 14. ¿Qué te parecería si no es fácil de utilizar? \*\*



### 15. ¿Qué te parecería si tiene un medio de información para los evaluadores en el proceso de medición? \*



16. ¿Qué te parecería si no tiene un medio de información para los evaluadores en el proceso de medición? \*



17. ¿Qué te parecería si su peso es ligero? \*\*\*

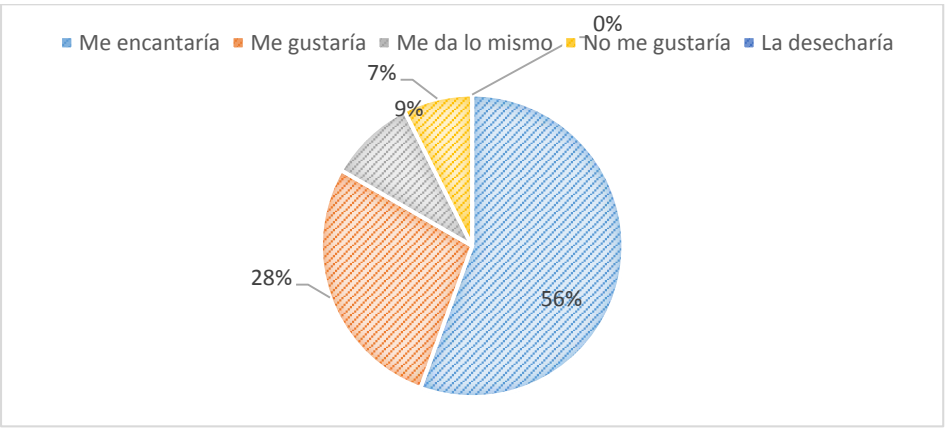


18. ¿Qué te parecería si su peso es excesivo? \*\*\*

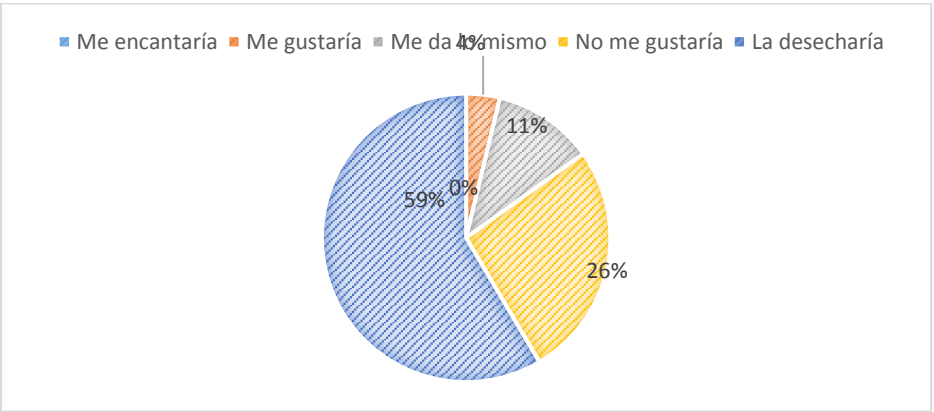




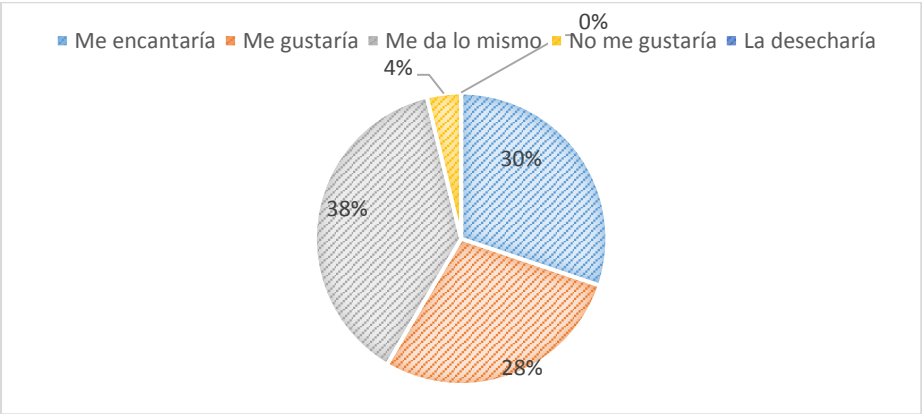
19. ¿Qué te parecería si el equipamiento es fabricado con material reciclable o reutilizable? \*\*



20. ¿Qué te parecería si el equipamiento no es fabricado con material reciclable o reutilizable? \*\*



21. ¿Qué te parecería si el equipamiento se puede establecer en cualquier lugar cerrado? \*\*\*



22. ¿Qué te parecería si el equipamiento no se puede establecer en cualquier lugar cerrado?  
\*\*\*

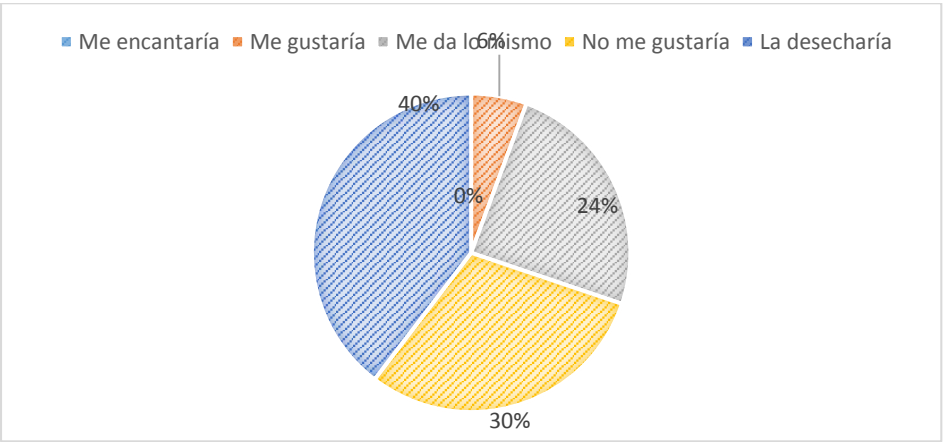


Tabla 26 Tabla de resultados de la encuesta

		Pregunta en negativo				
		Me encantaría	Me gustaría	Me da lo mismo	No me gustaría	La desecharía
Pregunta en positivo		A	B	C	D	E
1	Me encantaría			***		**
				***		**
		I	I	***		**
				***		**
						**

						** **
2	Me gustaría		I			
3	Me da lo mismo			B		*
4	No me gustaría				I	I
5	La desecharía					I

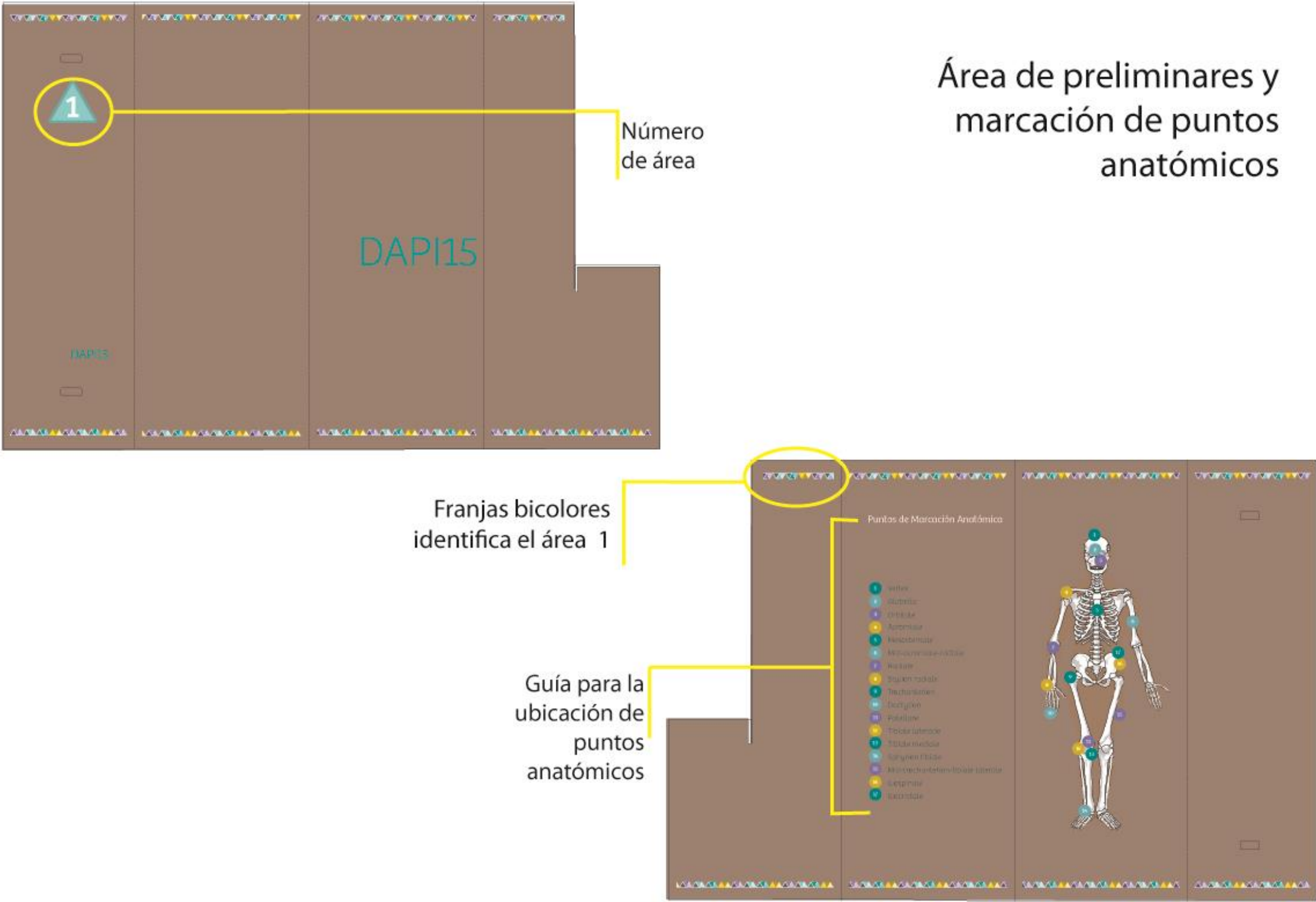


Ilustración 49 Gráficos realizados por Rafael Almeida

## Área de longitudes en posición de pie, saturación de O2 y peso

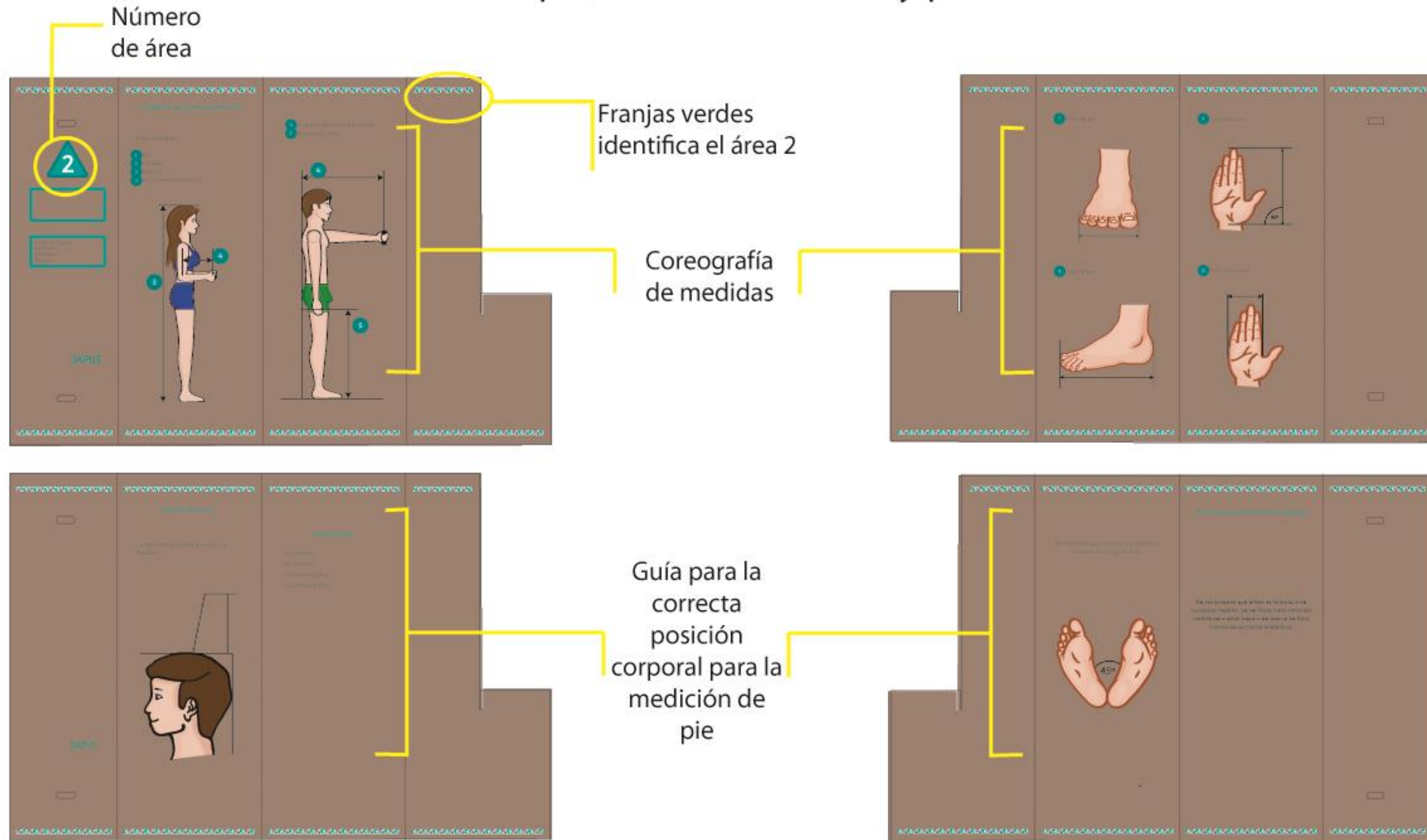
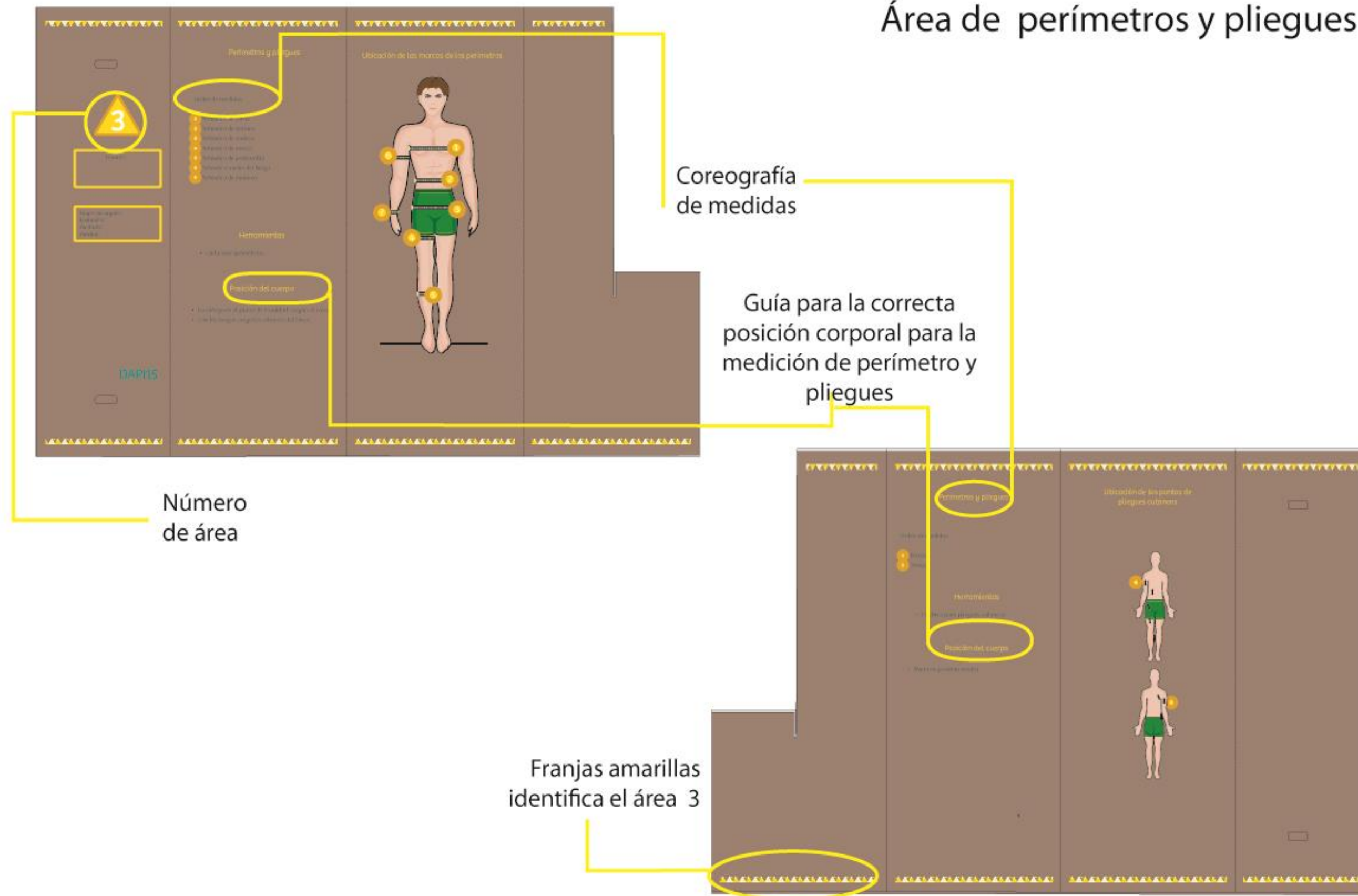


Ilustración 50 Gráficos realizado por Rafael Almeida

## Área de perímetros y pliegues





## Área de longitudes en posición sedente

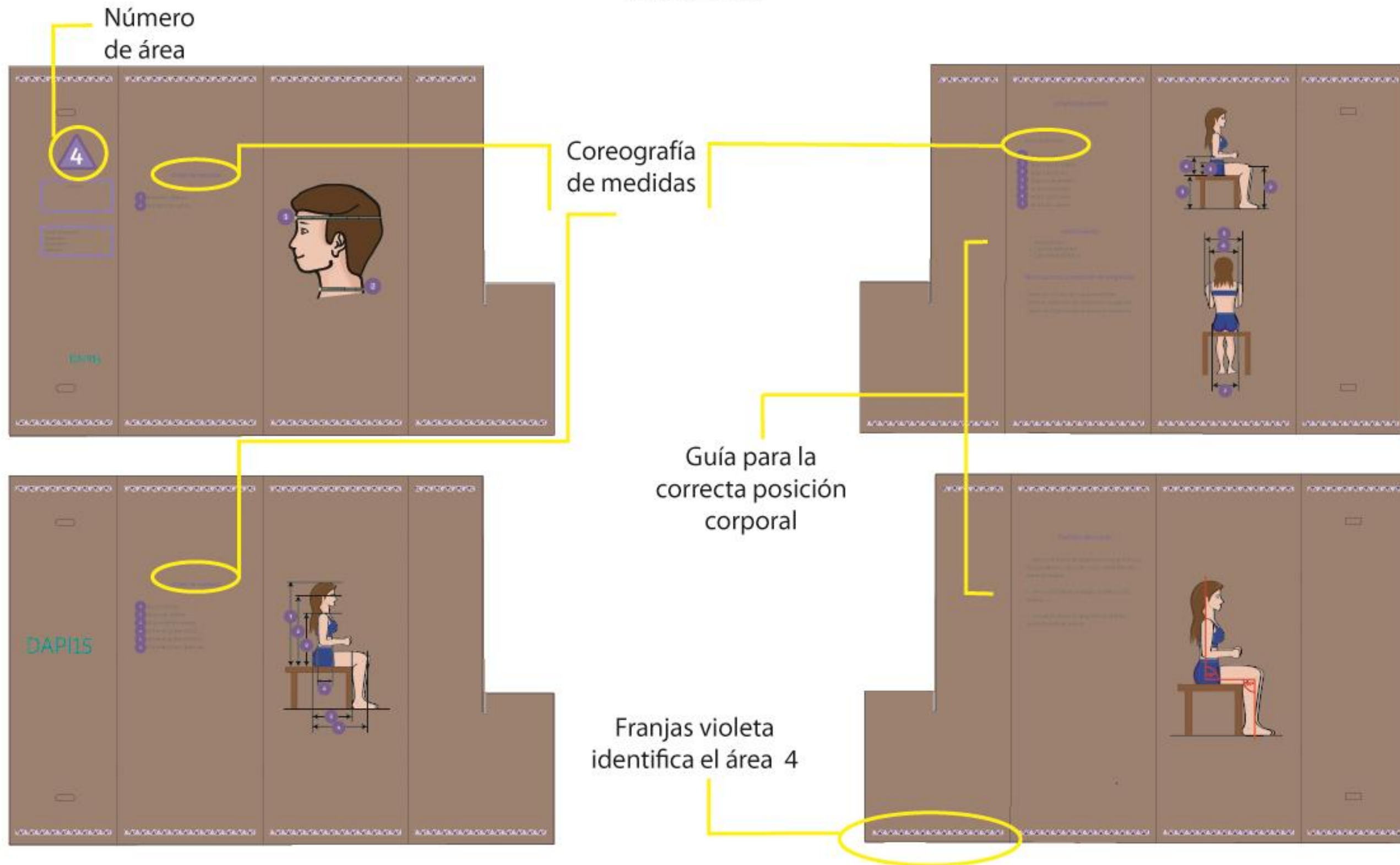


Ilustración 52 Gráficos realizados por Rafael Almeida

